E&A

BAND XXIV HEFT 2 JULI 1937

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
- 3 AUG 1937
SERIAL En. 270
SEPARATE

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 40 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

*Z. ang. Ent. Bd. XXIV Heft 2 S. 161—324 Bln. 1937*

# Inhalt.

## Originalaufsätze.


Seite

Die Bekämpfung der Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. (= *nordmannianae* Eckst.). Von Christoph Hofmann. (Mit 5 Abbildungen.) . . . . . 161

Quantitative Freilandstudien an Blattwespen der *Pinus banksiana* mit besonderer Berücksichtigung der Methodik. II. Teil. Von Karl E. Schedl, ehemaliger Assistant Entomologist in der Entomological Branch of Canada. (Mit 32 Abbildungen.) (Fortsetzung.) . . . . . 181

Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. (Unter besonderer Berücksichtigung der Bodeneigenschaften.) Von Erwin Schimitschek . . . . . 216

Die Gefährdung von Seidenraupen durch Arsenvergiftung. Von Prof. Dr. H. Prell 248

Über die wirtschaftliche Bedeutung der roten Knotenameise, *Myrmica rubra laevinodis* Nyl. Von Karl Hölldobler, Erling/Andechs. (Mit 2 Abbildungen.) 268

Beobachtungen über die Bekämpfung von Wiesenschnakenlarven (*Tipula paludosa* Meig. und *Tipula czizeki* de J.). Von Kurt Sellke . . . . . 277

Eine Riesenkolonie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.). Von Hans-Jürgen Stammer. (Mit 1 Karte.) . . . . . 285

Einige Bemerkungen über quantitative Untersuchungsmethoden zur Berechnung des Borkenkäferbefalls. Von I. Trägårdh und V. Butovitsch . . . . . 291


## Referate.


Einzelreferate . . . . . 307


## Neue Literatur.


Eingesandte Literatur . . . . . 315


---


**Schriftleitung:** Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

**Honorierung:** Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

**Erscheinungsweise:** Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Band XXIV, Heft 2.

# Originalaufsätze.

## Die Bekämpfung der Weißtannenlaus Dreyfusia nüsslini C. B. (= nordmannianae Eckst.).

Von

**Christoph Hofmann.**

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie der Bayer. Forstl. Versuchsanstalt, München.)

(Mit 5 Abbildungen.)

**Inhalt.** Seite

1. Einleitung . . . . . 161
2. Die Entwicklung von *Dreifusia nüsslini* C. B. im Pfälzer Wald und im Frankenwald . . . . . 163
   a) Entwicklungsverlauf . . . . . 163
   b) Das Neosistensstadium . . . . . 166
3. Bisherige Bekämpfungsversuche . . . . . 168
   a) Versuche mit chemischen Mitteln . . . . . 168
   b) Sonstige Bekämpfungsmaßnahmen . . . . . 171
4. Neue Bekämpfungsversuche mit chemischen Mitteln im Jahre 1936 in der Pfalz und im Frankenwald . . . . . 171
   a) Versuche mit bisherigen Mitteln (Avenarius-Dendrin, Merckotin) . . . . . 172
   b) Die Bekämpfung mit Detal . . . . . 172
5. Schlußfolgerungen . . . . . 176
6 Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . . 178
7. Literatur . . . . . 179

* * *

### 1. Einleitung.

Von den beiden Weißtannenläusen *Dreyfusia nüsslini* C. B. und *Dreyfusia piceae* Ratz. hat besonders die erstere in den letzten Jahrzehnten in zunehmendem Maße in unseren Tannengebieten an Boden gewonnen, und es ist noch nicht abzusehen, wie weit der Befall noch um sich greifen wird. Am gefährdetsten ist der gesamte Tannenjungwuchs, da *nüsslini* mit Vorliebe Tannen im Alter von 10 bis 30 Jahren befällt, doch auch noch jüngere und ältere mit ihrem Angriff nicht verschont. Auf jeden Fall scheinen aber ältere Tannen weniger unter ihr zu leiden

und sich auch besser zu erholen, während im allgemeinen jüngere Tannen, von denen die Laus Besitz ergriffen hat, langsam im Laufe einiger Jahre absterben, wenn nicht besondere Umstände eintreten.

*D. nüsslini* tritt in Deutschland sowohl in Gebieten, in denen die Tanne sich innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes befindet, als auch außerhalb desselben auf. Auf die waldbaulichen Verhältnisse, unter denen ihre Vermehrung am besten vor sich geht, werde ich noch später zu sprechen kommen. Auch außerhalb Deutschlands liegen zahlreiche Berichte über ihr schädliches Auftreten vor. So beispielsweise aus der Schweiz, aus Österreich, aus Dänemark, England, Frankreich usw.

Die durch *nüsslini* jahraus, jahrein verursachten Schäden haben selbstverständlich schon frühzeitig, besonders seit Beginn dieses Jahrhunderts Abwehrmaßnahmen gezeitigt. Die jährlichen uns durch *nüsslini* zugefügten Verluste zwingen uns heute mehr denn je, den Kampf gegen sie planmäßig aufzunehmen. Wenn sie auch in manchen Jahren infolge klimatischer und anderer Umstände weniger stark auftritt, so kann sie doch in den für ihre Vermehrung günstigen Jahren wieder erhebliche Schäden hervorrufen. Sie bildet also für unsere Tannenkulturen eine dauernde Bedrohung und Gefährdung, die man um so leichter verstehen wird, wenn man bedenkt, daß unsere jetzigen Alttannen in ihrer Jugend dieser Gefahr nicht ausgesetzt waren.[1])

Um nun den Kampf gegen *nüsslini* mit Erfolg führen zu können, mußten gewisse Voraussetzungen geschaffen werden. Zunächst mußte einmal Klarheit über die Bionomie, Ökologie und Epidemiologie der Laus im Freiland erzielt werden, um auf Grund dieser Kenntnisse eine geeignete Bekämpfungsmethode ausfindig machen zu können, und um die der Laus günstigen Faktoren auszuschalten. Die genaue Kenntnis der Biologie von *nüsslini* zeigt uns die schwache Stelle in ihrem Entwicklungszyklus und gibt uns die Möglichkeit, zur rechten Zeit gegen sie vorzugehen. Die Kenntnis ihres Verhaltens gegenüber den verschiedenen biotischen und abiotischen Faktoren setzt uns in den Stand, durch waldbauliche und sonstige Maßnahmen ihrer schädlichen Übervermehrung Einhalt zu gebieten.[2])

Im Rahmen einer Waldstation im Pfälzer Wald war es mir im Jahre 1935 möglich, Untersuchungen zur Bionomie, Ökologie und Epidemiologie von *Dreyfusia nüsslini* anzustellen. Die Ergebnisse dieser Studien werden später veröffentlicht. Sie bilden jedoch die Grundlage für die vorliegende

[1]) *Dreyfusia nüsslini* dürfte vor ungefähr 80 Jahren aus dem Kaukasus nach Europa eingeschleppt worden sein. Im Kaukasus ist ihr Zwischenwirt die Nordmannstanne (*Abies nordmanniana*), ihr Hauptwirt die orientalische Fichte (*Picea orientalis*).

[2]) Hier sei gleich bemerkt, daß bei uns die biologischen Feinde von *nüsslini* keine größere Rolle bei ihrer Bekämpfung spielen. Bei einem aus dem Ausland eingeschleppten Schädling ist hier unbedingt das Studium seiner Biologie im Ursprungsland nötig. Daß unsere insektenfressenden Vögel sich um die Laus kümmerten, konnte ich niemals beobachten. Näheres über die Feinde und Parasiten der Laus werde ich später an anderer Stelle veröffentlichen.

Arbeit, die die verschiedenen Möglichkeiten der Bekämpfung von *nüsslini* näher untersucht. Die Bekämpfung selbst wurde 1936 im Pfälzer Wald und im Frankenwald durchgeführt.[1])

## 2. Die Entwicklung von Dreyfusia nüsslini C. B. im Pfälzer Wald und im Frankenwald.

### a) Entwicklungsverlauf.

Da nur eine genaue Kenntnis der tatsächlichen Freilandverhältnisse die Möglichkeit zu zweckentsprechenden Gegenmaßnahmen liefert, mußte die Entwicklung von *nüsslini*, wie sie sich im Freiland abspielt, näher untersucht werden. Die folgenden Angaben beziehen sich in der Hauptsache auf die Beobachtungen, die im Jahre 1935 im Gebiet des Pfälzer Waldes (F.-A. Schweigen und F.-A.-Außenstelle Bobenthal) angestellt wurden, ferner auf Erhebungen im Jahre 1936 an den gleichen Örtlichkeiten des Pfälzer Waldes und im Frankenwald (F.-A. Kronach und F.-A. Stadtsteinach). Die gewonnenen Beobachtungen stimmen weitgehend mit denen, die Schneider-Orelli und seine Mitarbeiter in der Schweiz im Gewächshaus erhalten haben, überein.

Wir beginnen zweckmäßig mit der im Frühjahr vorhandenen erwachsenen Sistens (= *Exsulans vernalis*). Ich traf die ersten ausgewachsenen Individuen Anfang bis Mitte April. Diese Sistensmutter ist von Wachsfäden eingehüllt und beginnt alsbald mit der Eiablage. Die rotbraunen Eier werden in rosettenförmigen Haufen abgelegt. Die Eiablage kann sich bis in den Mai hinein erstrecken. Aus den Eiern schlüpft dann Anfang bis Mitte Mai die Hauptmasse der jungen Larven der neuen Generation. Die ausgeschlüpften Junglarven gehören entweder wie ihre Mutter dem Sistenstypus an oder dem Progredienstypus. Beide Typen lassen sich morphologisch unterscheiden. Das frischgeschlüpfte erste Larvenstadium wird in der Regel als Neosistens bezw. Neoprogrediens bezeichnet.[2]) Aus den letzteren gehen die Sexuparae hervor. Die Neosistentes setzen sich an die Achse der Maitriebe, aber auch an die Achsen-

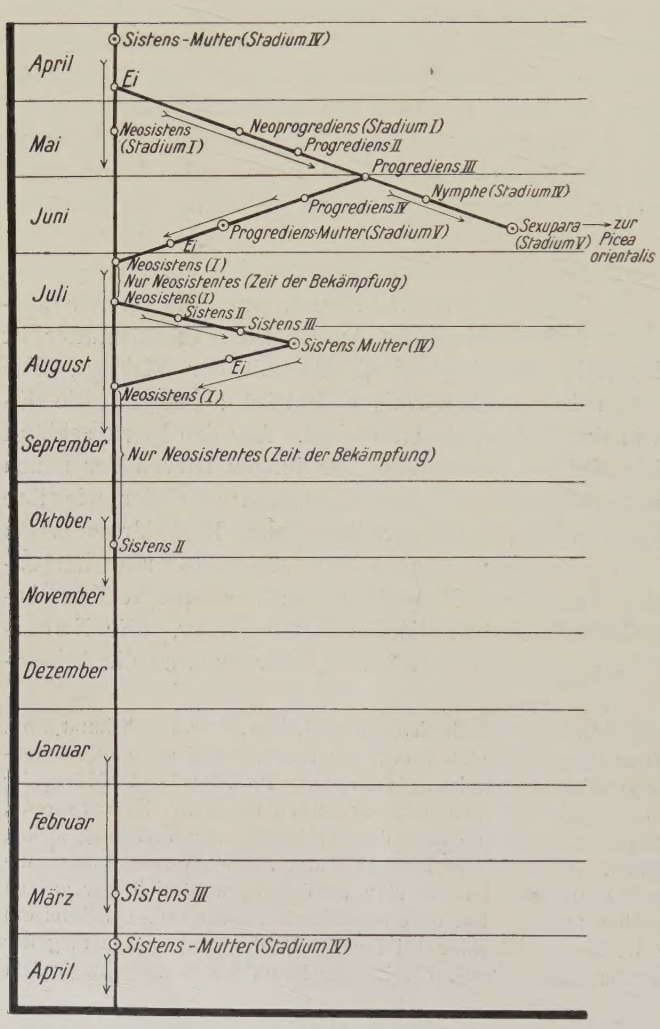
---

[1]) Es sei mir hier gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Prof. Dr. K. Escherich auch an dieser Stelle für sein stetes Interesse und seine rege Anteilnahme an meiner Arbeit herzlichst zu danken, ebenso Herrn Prof. Dr. W. Zwölfer, der mich stets bei meinen Untersuchungen gefördert hat. Auch Herrn Dr. K. E. Schedl, der mir seine Erfahrungen bei der Einrichtung der Waldstation zur Verfügung stellte, bin ich zu Dank verpflichtet. In finanzieller Hinsicht wurden meine Versuche durch die deutsche Forschungsgemeinschaft in Berlin ermöglicht, wofür ich hier meinen ergebensten Dank aussprechen möchte. Herrn Forstmeister S. Kadner (F.-A. Schweigen) und Herrn Forstmeister W. Mann (Kösching bei Ingolstadt), der 1935 die Leitung der Forstamtsaußenstelle Bobenthal (Pfalz) hatte, bin ich für ihre Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

[2]) In Nüßlin-Rhumbler heißen die Neosistentes Latenzlarven, die Neoprogredientes bezw. die Progredientes entsprechen den Aestivales.

teile älterer Triebe und auch an die Stammrinde. Im Gegensatz zu dieser rindensaugenden Generation sind die Neoprogredientes Nadelsauger. Sie begeben sich an die Unterseite der Nadeln der Maitriebe, die bei starkem Vorkommen ganz schwarzpunktiert aussehen. An Tannen, deren Maitriebe erfroren waren, konnte ich beobachten, daß die Neoprogredientes an die Nadeln der letztjährigen Triebe gingen, an denen sie jedoch bald abstarben.

Nachdem die Neosistentes sich auf der Rinde festgesetzt haben, unternehmen sie keine weitere Ortsveränderung, sondern verbleiben in diesem Zustand entweder bis zum Spätherbst oder sie entwickeln sich zum Teil Mitte Juli bis Anfang August wieder zur erwachsenen Sistensmutter, aus deren Eiern wiederum Neosistentes hervorgehen, die sich den anderen Neosistentes, die sich nicht weiterentwickelt haben, zugesellen. Je nach den Witterungs- und Standortsverhältnissen setzt die teilweise Weiterentwicklung der Neosistentes zur Sistensmutter etwas früher oder später ein und kann auch verschieden lange dauern. So sei beispielsweise erwähnt, daß in der Pfalz im Jahre 1935 bereits gegen Mitte Juli die Weiterentwicklung einsetzte und Anfang August schon eierlegende Sistensmütter vorhanden waren, während 1936 an den gleichen Örtlichkeiten wohl infolge der ungünstigen Witte-




Schema des Entwicklungsverlaufs von *Dreyfusia nüsslini* an Weißtanne. (Nach Freilandbeobachtungen in der Pfalz und im Frankenwald.)

rung dieses Jahres die Weiterentwicklung erst Anfang August begann.

Ende Oktober bereiten sich dann die Neosistentes auf die Überwinterung vor, sie häuten sich und scheiden sie umhüllende Wachsfäden aus (Stadium II). Nur ein ganz geringer Teil verharrte sowohl im Pfälzer Wald als auch im Frankenwald noch weiterhin im Neosistensstadium. Die Hauptmasse überwinterte aber als Stadium II. Die erste Häutung setzte an den meisten Örtlichkeiten fast schlagartig ein. 1935 waren im Pfälzer Wald am 25. Oktober die ersten frischgehäuteten Sistentes (Stadium II) zu beobachten. Die weitere Entwicklung nach der Überwinterung beginnt Ende Februar, schreitet im März weiter fort und liefert Anfang April wieder die Sistensmutter.

Anders als bei den Neosistentes verläuft die Entwicklung bei den Neoprogredientes. Dieselben wachsen ohne größere Pausen rasch heran, häuten sich im Gegensatz zur Sistens vier- anstatt dreimal und sind im V. Stadium erwachsen. An der Unterseite der Nadeln, wo sie heranwuchsen, vollziehen dann die Progrediensmütter im Juni die Eiablage. Aus ihren Eiern schlüpfen nun aber keine Neoprogredientes, sondern ausschließlich Neosistentes, die von den Nadeln zurück auf die Triebachsen wandern,

Abb. 1.
Neosistentes an der Achse eines Triebes.

Abb. 2.
Neosistentes bei ca. 20facher Vergrößerung.

wo sie sich festsaugen und von den übrigen dort bereits vorhandenen Neosistentes nicht mehr zu unterscheiden sind. Allerdings wächst nur ein bestimmter Teil der Neoprogredientes zu Progrediensmüttern heran. Ein anderer Teil der Neoprogredientes ergibt nämlich im Verlauf der Entwicklung die geflügelten Sexuparen. Während die Neoprogredientes (Stadium I) und im wesentlichen auch noch das II. Stadium die gleichen morphologischen Charaktere zeigen, beginnt nach der zweiten Häutung, also vom III. Stadium ab jedoch bereits eine Differenzierung. Die zukünftige Geflügelte verwandelt sich im IV. Stadium in die sogenannte Nymphe und ergibt nach der vierten Häutung die geflügelte Sexupara, die zum Überflug auf die orientalische Fichte bestimmt ist. Die Progrediensstadien haben sich inzwischen nach der vierten Häutung zu ungeflügelten erwachsenen Progrediensmüttern entwickelt, die meist stärker von Wachs umgeben sind.

An Hand der vorstehenden Darstellung auf S. 164 wird sich der Entwicklungsverlauf noch leichter überblicken lassen.

### b) Das Neosistensstadium.

Einige Worte sollen hier noch dem Neosistensstadium gewidmet werden. Wie aus der Schilderung der Entwicklung von *nüsslini* hervorgeht, ist dieses Stadium während des größten Teils des Jahres vorhanden. Zu gewissen Zeiten, z. B. im Juli und dann vor allem im September und Oktober ist es sogar der ausschießliche Vertreter. Äußerlich ist die Neosistens dadurch gekennzeichnet, daß sie fast frei von Wachsausscheidungen ist. Lediglich der äußere Körperrand und die Mittellinie des Rückens zeigt eine schwache Wachsausscheidung. Abb. 1 und 2 veranschaulichen diese Verhältnisse. Demgegenüber sind die anderen Sistensstadien mehr oder weniger stark mit Wachs eingehüllt. Abb. 3, 4 und 5 zeigen das Stadium II. Auch die Stadien der anderen Generationen weisen meist eine beträchtliche Wachsumhüllung auf. Bedenkt man nun, daß auf unseren Tannen letzten Endes lediglich die Sistens-

Abb. 3. Sistensstadium II (Überwinterungsstadium) an der Achse der Maitriebe. Natürliche Größe.

generation für die Weitervermehrung von *nüsslini* verantwortlich ist, dann dürfte es möglich sein, wenn es gelingt diese vernichtend zu treffen, einer schädlichen Übervermehrung der Laus am besten vorzubeugen. Denn ohne die Sistentes können auch keine nadelsaugenden Progredientes und Sexuparen entstehen. Der Stoß der letzteren trifft ja infolge Fehlens der orientalischen Fichte in unseren Wäldern ohnehin ins Leere. Bekämpft man daher die Neosistentes, dann vernichtet man damit die zukünftigen Sistensmütter, die jedes Frühjahr durch ihre starke Eiproduktion immer wieder die Veranlassung zu einer Übervermehrung geben. Zweifellos ist nun das Neosistensstadium zur Bekämpfung mit chemischen Mitteln wohl am besten disponiert, da es infolge Fehlens einer stärkeren Wachsbedeckung einerseits dem Gift eine gute Angriffsfläche bietet und andererseits zu bestimmten Zeiten des Jahres ausschließlich vorhanden ist. Daß der bisherige Kampf mit chemischen Mitteln gegen *nüsslini* sich hauptsächlich gegen andere Generationen gerichtet hat, mag wohl damit zusammenhängen, daß diese äußerlich leichter auffallen, während die an der Unterseite der Triebachse sitzenden Neosistentes dem Auge weniger bemerkbar waren. Allerdings ist zu erfolgreichen Gegenmaßnahmen ein auf die Neosistentes sicher wirkendes Gift erforderlich.

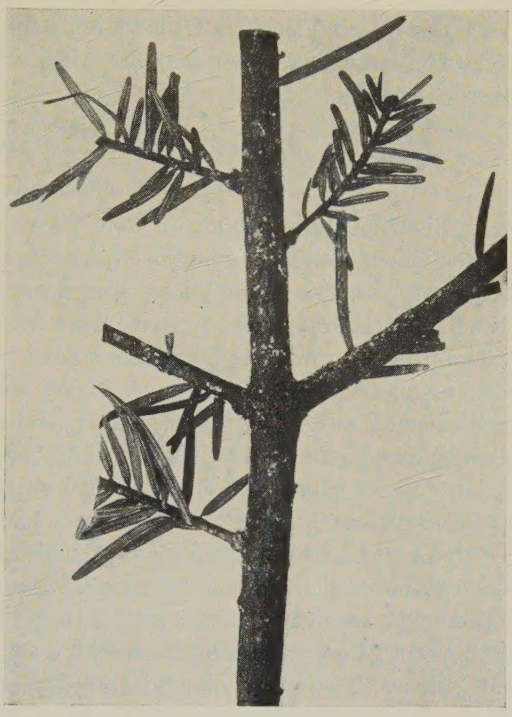


Abb. 4. Sistensstadium II an Astrinde. Natürliche Größe.

Abb. 5. Sistensstadium II an der Achse von Maitrieben. 3fache Vergrößerung.

Bevor ich jedoch auf die Schilderung meiner eigenen Bekämpfungsversuche eingehe, sollen die bisherigen Bekämpfungsmethoden dargestellt werden.

## 3. Bisherige Bekämpfungsversuche.

### a) Versuche mit chemischen Mitteln.

Bis zum Jahre 1908, in dem Börner auf Grund charakteristischer Unterschiede *Dreyfusia piceae* und *nüsslini* trennte, wurden die beiden Arten für ein und dieselbe Spezies gehalten. Doch empfiehlt bereits Nüßlin (1903) einen Unterschied in der Bekämpfung der an alter Stammrinde und der an den Maitrieben sitzenden Läuse zu machen. Bei den ersteren rät er zu einem Anstrich vermittels Mischung von Schmierseifenlösung mit wenig Erdöl. „Noch sicherer würde die Vertilgung durch Raupenleim sein." „Gegen die Beschädigungen der Maitriebe junger Pflanzen gibt es nur ein Mittel: die Vernichtung der Lausherde." Nitsche (1890) glaubte ganz allgemein die Schäden der keine Gallen bildenden Chermes durch Bestreichen der Stämme mit einer insektentötenden Flüssigkeit abwehren zu können. Börner, dessen Bekämpfungsversuche in erster Linie eine in der Praxis durchführbare Methode zur Vertilgung der gefürchteten Weißtannenlaus bezweckten, weist aber bereits darauf hin, daß ein solches Bestreichen der Stämme im günstigsten Falle nur im kleinen Maßstab und an Zwerg- oder jüngeren Bäumen durchführbar sei. Um nun zu praktischen Ergebnissen zu kommen, begann er mit Versuchen, die Läuse durch verspritzbare Flüssigkeiten abzutöten. Zuerst wandte er die Krügersche Petrolemulsion an, die sich in 5 prozent. Lösung als zu schwach erwies, in 10 prozent. Verdünnung jedoch meist eine mehr oder weniger intensive Bräunung namentlich der jungen Nadeln hervorrief, einerlei ob man bei mäßigem Sonnenschein, im Schatten oder bei trübem regnerischem Wetter spritzte. Später benutzte er Quassia- und Tabakabkochungen, bis er schließlich in einem Gemisch von Tabakextrakt und Schmierseife ein sicher wirkendes und für die Pflanzen zugleich völlig unschädliches Mittel erhielt. Auf 100 Teile Schmierseife und 30 Teile Tabakextrakt trafen 1400 Teile Wasser. Die Zusammensetzung läßt sich noch etwas variieren. Mit dieser Mischung spritzte Börner gegen die an den Maitrieben saugenden Neosistentes und Neoprogredientes bezw. Progredientes. „Da es mir von vornherein fraglich erschien, ob es im Wege des Spritzverfahrens möglich sei, die Läuse im Winter oder im Frühjahr vor dem Austreiben der Maitriebe sicher abzutöten, weil die Winterläuse sehr widerstandsfähig zu sein pflegen und die zu Beginn des Frühjahrs erscheinenden Eier dieser Läuse einen Erfolg ebenfalls ausschließen dürften, legte ich das Hauptgewicht auf eine Bekämpfung der auf die jungen Maitriebe wandernden Jungläuse der I. Sommergeneration."

Nachdem die Maitriebe stark besetzt waren, meist etwa 8 Tage nach dem Beginn des Schlüpfens der Jungläuse, wurde die erste Spritzung aus-

geführt. Da nun die Eiablage der Winterläuse je nach den klimatischen Bedingungen nicht selten bis Ende Mai oder gar bis Mitte Juni fortdauert, empfahl Börner zwei Spritzungen im Frühjahr vorzunehmen; die erste bald nach der Besiedelung der Maitriebe durch die Jungläuse, je nach der Witterung Mitte Mai bis Ende Mai; die zweite 2—4 Wochen später. Ferner betrachtete er es als wichtig, die Bekämpfung wenigstens 2 Jahre nacheinander zu wiederholen, damit die Brut der im Vorjahre am Leben gebliebenen Winterläuse vernichtet wird. Auf diese Weise hat Börner 5—10jährige Edeltannen, die bereits zum drittenmal schwächliche Kurztriebe mit ganz kleinen oder verbildeten Nadeln entwickelt hatten, durch diese Behandlung im 4. Jahre zur normalen Entfaltung der Maitriebe gebracht, worauf sie sich sichtlich erholten, kräftige Winterknospen anlegten und im folgenden Jahre den alten Schaden wieder überholten. Börner macht allerdings selbst darauf aufmerksam, daß mit dieser Methode zwar die Mutterherde der Weißtannenläuse in den Baum- und Koniferenschulen mit Erfolg unschädlich gemacht werden können, die Kosten des Verfahrens im Forst dagegen zu hoch werden dürften. Er kommt daher zu dem Schluß, daß es in stark verlausten Gebieten vielleicht vorteilhaft sei, alte kranke Bäume im Herbst oder Winter einzuhauen, nötigenfalls auch mit der Fackel abzusengen, um durch eine Behandlung der jüngeren Bäume wenigstens diese und den Nachwuchs zu retten.

Dieser von Börner im Jahre 1908 beschrittene Weg wurde im Prinzip bis heute nicht verlassen, d. h. im wesentlichen wurde das Hauptgewicht des Kampfes auf die Vertilgung der an den Maitrieben saugenden Läuse gelegt. Sämtliche Bekämpfungsanweisungen betonen, daß die beste Zeit für die Bekämfung dann gekommen sei, wenn nach Entfaltung der Maitriebe die jungen Läuse in ihrer Mehrzahl ausgekommen seien. Änderungen ergaben sich allerdings insofern, als an Stelle der Börnerschen Mischung andere Spritzmittel sowie in neuerer Zeit auch Staubmittel getreten sind. Es würde zuweit führen, alle Spritzmittel, die jemals ausgeprobt wurden, anzuführen. Neben Nikotin-, Schmierseifen- und Nikotin-Harzölseifenlösungen wurden vor allem Karbolineen (z. B. Avenarius-Dendrin, Laurina-Hinsberg), Lysol usw. benutzt, meist in 5—10prozent. Lösung. Daneben hat sich die Börnersche Mischung immer noch gut bewährt. Über ihre Anwendung in der Pfalz im Jahre 1927 berichtet Schimitschek (19). In Dänemark wurden nach Chrystal (2) mehrere Jahre lang mit einer 3—5prozent. Lysollösung durch Moldenhawer gute Erfolge erzielt. Das Sprühen wurde gleich nach dem Öffnen der Knospen ausgeführt und in Intervallen den ganzen Sommer hindurch fortgesetzt. Über Versuche mit Spritzmitteln (Lysol und Ölemulsionen) gegen *nüsslini* in Dänemark berichtet auch Thomsen (23)[1]). Schneider-

[1]) Er spritzte vor dem Austreiben der Knospen, um eine Schädigung der Maitriebe zu verhüten. Die Spritzung richtete sich gegen die Sistensmütter.

Orelli (20) erzielte Ende Mai 1928 eine ausnahmsweise hohe Abtötungsziffer von 98% durch eine gründliche Spritzung mit dem amerikanischen Spritzmittel „Volck-Sommer". „Die günstige Nachwirkung der Behandlung war auch im folgenden Frühjahr noch zu erkennen." Im übrigen hält er eine Bekämpfung mit Spritzmitteln besonders in Gartenanlagen und in Pflanzschulen für empfehlenswert, die Behandlung größerer Herde aber erscheint ihm bei diesem Vorgehen zu kostspielig. Die Nachteile bei der Anwendung von Spritzmitteln auf größeren Flächen sind eben ganz allgemein die hohen, vor allem durch den Wassertransport verursachten Kosten.

Einen Fortschritt bedeutete es daher als an Stelle der Spritzmittel in gleicher Weise wirksame Staubmittel traten. Neben Pomona, über dessen Wirksamkeit widersprechende Angaben vorliegen, hat sich vor allem Merckotin bewährt. Dasselbe kam 1927 in verschiedenen pfälzischen und unterfränkischen Forstämtern erstmalig zur Anwendung. Über seine Wirkungsweise gibt am besten ein Bericht von Leitschuh (13) Aufklärung, der in dem unterfränkischen Forstamt Langenprozelten 900 Stämme in verschiedenen 30—45jährigen Tannenhorsten bestäubte. Die Bestäubung wurde stammweise vorgenommen, indem jeder befallene Stamm in der ganzen Stammlänge von 2 Seiten her behandelt wurde. Es wurden nur diejenigen Stämme bestäubt, die Befall zeigten. Die erste Bestäubung fand in der letzten Hälfte des Monats Mai 1928 statt. Die spätere Untersuchung ergab, daß sämtliche Läuse abgetötet worden waren, die vorhandenen Eier sich dagegen alle entwickelt hatten. Eine nochmalige Bestäubung wurde daher Ende Juni vorgenommen, die einen befriedigenden Erfolg aufzuweisen hatte. Die Kosten für einen Stamm beliefen sich auf 0,34 RM. Die Bestäubung mit Merckotin und mit Pomona wurde auch in der Folgezeit noch von verschiedenen Stellen fortgesetzt. Mit beiden Mitteln wurden gute Erfolge erzielt, wenn die Lausstellen genügend dicht mit Staub bedeckt wurden. Der Bedarf an Pulver war etwa 20—30 kg je Hektar, die Kosten betrugen bei Merckotin rund 80 RM (davon $^1/_4$ für Arbeitslöhne), bei Pomona noch weniger. Beim Spritzen mit Karbolineum beliefen sich die Kosten auf ca. 110 RM je Hektar. (Escherich 6)

Ganz gleichgültig jedoch, ob nun ein Spritz- oder ein Stäubemittel zum Einsatz kam, in jedem Fall wurde der Erfolg der Bekämpfung dadurch herabgesetzt, daß zu dem angegebenen Zeitpunkt stets mehrere Generationen von *nüsslini* vorhanden waren, bei denen das Gift auf bestimmte Stadien entweder nicht wirkte, wie in dem angeführten Beispiel der Wirkungslosigkeit des Merckotins gegen die Eier, oder die Läuse durch ihre Wachsumhüllung einen ziemlichen Schutz gegen das Gift hatten. Dazu kam noch, daß zu der Bekämpfungszeit in vielen Fällen Verbrennungserscheinungen an den Maitrieben durch die angewandten Mittel auftraten. Das gilt besonders für die Karbolineen, zumal, wenn sie im Interesse größerer Wirksamkeit in

stärkerer Konzentration gebraucht wurden. Schließlich ist auch noch zu bedenken, daß die Staubmittel zwar billiger arbeiteten als die Spritzmittel, aber trotzdem vom wirtschaftlichen Standpunkt aus immer noch zu teuer kamen.

#### b) Sonstige Bekämpfungsmaßnahmen.

Die geringe Nachhaltigkeit aller Bekämpfungsmaßnahmen mit chemischen Mitteln führte dazu, daß man in vielen Forstämtern trotz mancher Erfolge chemische Gegenmaßnahmen überhaupt aufgab und sich lediglich darauf beschränkte, eine starke Durchforstung durch Aushieb und Verbrennen der am stärksten befallenen Stämme vorzunehmen. Wenn auch auf diese Weise das Übel in gewisser Hinsicht eingedämmt wurde, so hat diese Maßnahme nur unter ganz bestimmten Umständen größeren Wert. Ich werde in dem Kapitel „Schlußfolgerungen" auf diesen Punkt noch einmal eingehen.

Sonstige Maßnahmen, die vorgeschlagen wurden, wie z. B. Abbürsten der Stämme oder Vergasung der Bäume mit Blausäure, wie sie Steven (22) gegen Chermiden an Lärchen und Fichten empfiehlt, sind, wie die erstere Methode zu mangelhaft, auf jeden Fall aber bei uns im Forst unwirtschaftlich.

### 4. Neue Bekämpfungsversuche mit chemischen Mitteln im Jahre 1936 in der Pfalz und im Frankenwald.

Die Bekämpfungsversuche, die ich im Jahre 1936 unternahm, bewegten sich auf Grund der früher geschilderten Überlegungen in einer neuen Richtung, indem sie ausschließlich die Vernichtung des Neosistensstadiums bezweckten, und zwar zu einem Zeitpunkt, wo alle anderen Generationen fehlten, also zu einer bestimmten Zeit im Juli und dann wieder im September bezw. Oktober. Ferner sind sie dadurch gekennzeichnet, daß ich außer den bereits erprobten Mitteln Avenarius-Dendrin und Merckotin noch eines der modernen Kontaktgifte, nämlich das Detal, erstmalig in den Kampf gegen *nüsslini* einsetzte. Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, daß in bestimmten von der Laus heimgesuchten Beständen des Pfälzer und Frankenwaldes entweder einzelne Tannen, die schwachen bis sehr starken Befall zeigten, für die Bekämpfung ausgewählt wurden (Einzelbekämpfung), oder auf bestimmten Flächen in Größe von durchschnittlich 70 qm alle befallenen Tannen bespritzt bezw. bestäubt wurden. (Flächenbekämpfung.) Da die Neosistentes sowohl bei den Achsen der Maitriebe als auch bei den älteren Ästen meist auf der Unterseite zu sitzen pflegen, mußte sowohl die Spritzbrühe als auch das Pulver von unten nach oben gespritzt bezw. gestäubt werden. Das Spritzen wurde mit einer Rückenspritze, das Stäuben mit dem Rückenverstäuber „Taifun" ausgeführt.[1])

Die Bekämpfung wurde Ende Juli und Ende September, Anfang Oktober 1936 durchgeführt. Dabei wurden in den einzelnen Beständen

[1]) Der Firma Carl Platz, Ludwigshafen a. Rh., möchte ich bei dieser Gelegenheit für die Überlassung des Rückenverstäubers „Taifun" bestens danken.

die Tannen entweder nur zu dem einen oder nur zu dem anderen Zeitpunkt, oder auch zweimal, also zu beiden Zeiten behandelt. Sowohl bei der Einzel- als auch bei der Flächenbekämpfung wurde nach diesem Gesichtspunkt verfahren. Die Tannen, die für die Bekämpfung herangezogen wurden, waren durchschnittlich 20—30 Jahre alt. Bei meinen Bekämpfungsversuchen genoß ich jeweils die volle Unterstützung der zuständigen Forstbehörden.[1])

**a) Versuche mit bisherigen Mitteln (Avenarius-Dendrin, Merckotin).**

Die beiden Mittel Avenarius-Dendrin und Mercktotin benutzte ich deshalb, weil ihre gute Wirkung gegen *nüsslini*, wie schon früher erwähnt, bereits festgestellt wurde, und sie daher einen guten Vergleichsmaßstab für das jetzt erstmals zur Anwendung gelangende Kontaktstäubemittel „Detal" abgeben konnten. Über den Erfolg der Anwendung geben die nebenstehenden Tabellen summarisch Aufschluß. (Tabelle I und II.)

Aus den Tabellen geht hervor, daß beide Mittel für die Bekämpfung der Neosistentes sehr gut geeignet sind. Die Hauptschwierigkeit der ganzen Bekämpfung — ganz gleichgültig welches Mittel man anwendet — dürfte meines Erachtens darin liegen, daß auch bei sorgfältiger Durchführung der Maßnahmen nicht alle Zweige getroffen werden können. Wenn man allerdings einzelne Bäume herausgreift, kann man zwar ziemlich systematisch jeden Zweig erfassen, beim Vorgehen auf einer größeren Fläche ist es aber nicht zu vermeiden, daß der eine oder andere Zweig übersehen wird. Daher ist der Bekämpfungserfolg, wie aus den Tabellen zu ersehen ist, bei der Flächenbehandlung etwas niedriger als bei der Einzelbehandlung. Wollte man absolut sicher gehen, dann müßte man eine zweimalige Bekämpfung durchführen, was jedoch aus Rentabilitätsgründen in den meisten Fällen wohl nicht möglich sein dürfte. Besonders bei der Verwendung eines Spritzmittels würde dieser Umstand stark ins Gewicht fallen.

**b) Die Bekämpfung mit Detal.**

Der Gedanke, gegen *nüsslini* eines der neuen Kontaktstäubemittel einzusetzen, lag bei den hervorragenden Erfolgen, die mit ihnen in neuester Zeit erzielt wurden, nahe. (Siehe Escherich 7, 8). Speziell liegen über die Wirkung des Detals im Freiland Berichte vor. Nach Eidmann (3) wurden mit ihm gegen die Nonne, nach Marcus (14) gegen den Spanner ausgezeichnete Erfolge erzielt.[2])

Laboratoriumsversuche, die mit dem Detal gegen die Neosistentes unternommen wurden, hatten eine aus-

[1]) Ich möchte hier insbesondere Herrn Oberforstmeister Ottmann (F.-A. Kronach) sowie Herrn Forstmeister Kadner (F.-A. Schweigen, Pf.) und Herrn Forstrat Simon (F.-A.-Außenstelle Bobenthal, Pf.) für ihr Interesse und ihre tätige Mithilfe vielmals danken.

[2]) In der Zwischenzeit sind außer dem Detal noch weitere Kontaktstäubemittel zum Teil auf ähnlicher Basis auf den Markt gekommen, wie z. B. das „Effusan", das „Borchers K III", das „Lipan" und das „Novosil".

## Tabelle I.

### Erfolgskontrolle der Avenarius-Dendrin-Spritzung.

Zeichenerklärung: ○ = Bekämpfung Ende Juli.
● = Bekämpfung Ende September bezw. Anfang Oktober.
E = Einzelbekämpfung.
F = Flächenbekämpfung.

| Lfd. Nr. | Bekämpfungsfläche. Waldorte (Abteilung) | Stärke des Befalls | Zeit der Bekämpfung | Bekämpfungsmethode | Abtötung in % des Belages | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | F.-A. Kronach Bartelsecke | mittelstark | ○ | E | 95 | Keine Verbrennungserscheinungen. |
| 2 | „ | „ | ○ | E | 92 | |
| 3 | „ | stark | ○ | E | 90 | |
| 4 | „ | sehr stark | ○ | E | 80 | |
| 5 | Hölle | mittel bis sehr stark | ○ | F | 70 | |

## Tabelle II.

### Erfolgskontrolle der Merckotinbestäubung.

Zeichenerklärung wie bei Tabelle I.

| Lfd. Nr. | Bekämpfungsfläche. Waldorte (Abteilung) | Stärke des Befalls | Zeit der Bekämpfung | Bekämpfungsmethode | Abtötung in % des Belages | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | F.-A. Außenstelle Bobenthal Schnakenteich | mittelstark | ● | E | 95 | |
| 2 | „ | stark | ● | E | 90 | |
| 3 | „ | stark | ● | E | 98 | |
| 4 | „ | schwach bis sehr stark | ○ ● | F | 75 | |
| 5 | F.-A. Kronach Bartelsecke | stark | ● | E | 88 | |
| 6 | „ | stark | ● | E | 90 | |
| 7 | „ | mittelstark | ● | E | 90 | |
| 8 | „ | mittelstark bis sehr stark | ● | F | 70 | |

gezeichnete Wirkung. Sie liefen bei einer Temperatur von 20° bis 22° und 60% rel. Luftfeuchtigkeit. Bereits nach einer halben Stunde waren sämtliche Läuse abgestorben. Die Bestäubungsdichte entsprach 50 kg je Hektar. Damit war die Voraussetzung zur Anwendung des Detals im Freiland gegeben. Der Erfolg rechtfertigte vollauf die Erwartungen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse ebenfalls wieder summarisch niedergelegt.

## Tabelle III.

### Erfolgskontrolle der Detalbestäubung.

Zeichenerklärung wie bei Tabelle I.

| Lfd. Nr. | Bekämpfungsfläche. Waldorte (Abteilung) | Stärke des Befalls | Zeit der Bekämpfung | Bekämpfungsmethode | Abtötung in % des Belages | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | F.-A. Außenstelle Bobenthal Pfaffenthal | mittelstark | ○ | E | 65 | Bei 1—6 Verbrennungserscheinungen an den Nadeln. |
| 2 | „ | „ | ○ | E | 70 | |
| 3 | „ | schwach | ○ | E | 80 | |
| 4 | „ | stark | ○ | E | 70 | |
| 5 | „ | sehr stark | ○ | E | 60 | |
| 6 | „ | mittelstark | ○ | E | 78 | |
| 7 | „ | „ | ● | E | 92 | |
| 8 | „ | stark | ● | E | 87 | |
| 9 | „ | „ | ● | E | 85 | |
| 10 | „ | mittelstark | ● | E | 98 | |
| 11 | Schnakenteich | sehr stark | ● | E | 96 | |
| 12 | „ | mittelstark | ● | E | 99 | |
| 13 | „ | stark | ● | E | 100 | |
| 14 | „ | sehr stark | ● | E | 98 | |
| 15 | Pfaffenthal | mittelstark | ○ ● | E | 100 | |
| 16 | „ | stark | ○ ● | E | 99 | |
| 17 | „ | mittelstark bis stark | ○ ● | F | 98 | |
| 18 | F.-A. Kronach Bartelsecke | sehr stark | ○ | E | 70 | |
| 19 | „ | stark | ○ | E | 76 | |
| 20 | „ | sehr stark | ○ | E | 66 | |
| 21 | Bartelsecke | mittelstark | ○ | E | 70 | |
| 22 | „ | „ | ○ | E | 68 | |
| 23 | „ | „ | ○ | E | 75 | |
| 24 | „ | stark | ○ ● | E | 96 | |
| 25 | „ | mittelstark | ○ ● | E | 99 | |
| 26 | „ | stark | ○ ● | E | 98 | |
| 27 | „ | schwach bis sehr stark | ○ ● | F | 96 | |
| 28 | Diebsschlag | mittelstark bis stark | ○ | F | 80 | |
| 29 | „ | „ | ○ | F | 76 | |
| 30 | „ | „ | ● | F | 98 | |
| 31 | „ | „ | ● | F | 99 | |

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, daß die Septemberbestäubung noch besser gewirkt hat als die Julibekämpfung. Es mag dies wohl damit zusammenhängen, daß ein geringer Teil der Neosistentes, die im Juli vom Gift nicht getroffen wurden, Gelegenheit hatten, sich im August weiter-

zuvermehren und damit die Populationsdichte wieder zu erhöhen. Dann ist auch aus der Tabelle noch zu ersehen, daß da, wo dieselben Bäume im Juli und im September bestäubt wurden, der Erfolg völlig befriedigend ist. Falls man Gelegenheit hätte eine zweimalige Bekämpfung durchzuführen, wäre es vielleicht am besten einmal Mitte September und dann nochmals Anfang Oktober bezw. Anfang September und Ende September zu stäuben. Auf diese Weise dürfte der höchstmögliche Prozentsatz der Neosistentes abgetötet werden, und die Gefahr für das darauffolgende Jahr stark herabgemindert werden.

Bei den Bekämpfungsaktionen zeigte es sich, daß das Detal gegenüber dem Merckotin mannigfache Vorzüge hatte. Auf folgende Punkte möchte ich hinweisen:

1. Detal wirkt im Gegensatz zu Merckotin sehr rasch; die Wirkung des Merckotins machte sich erst zu einer Zeit bemerkbar, zu der das Detal schon längst seinen Zweck erfüllt hatte. Besonders wenn kurze Zeit nach der Bestäubung ungünstige Witterung einsetzt, kann dieser Umstand von Vorteil sein.
2. Detal verteilt sich viel feiner als Merckotin. Mengenmäßig kam das dadurch zum Ausdruck, daß bei gleichgroßen Mengen Detal und Merckotin mit Detal eine mehr als doppelt so große Fläche (bei gleicher Bestockung) bestäubt werden konnte wie mit dem Merckotin.
3. Dazu kommt noch, daß 1 kg Detal um mehr als die Hälfte billiger ist als 1 kg Merckotin, was bei Anwendung auf größerer Fläche sicherlich für die Wirtschaftlichkeit der Bekämpfung ausschlaggebend werden kann.

Auf einige schädliche Nebenwirkungen des Detal muß hier noch kurz eingegangen werden. In mehreren Fällen traten nämlich Verbrennungserscheinungen an den Tannennadeln ein. Dieselben wurden ausnahmslos bei der Julibestäubung beobachtet. Die schädigende Wirkung des Detal auf die Nadeln scheint nach meinen bisherigen Beobachtungen immer dann einzutreten, wenn nach der Bestäubung die Tanne starker Sonnenstrahlung ausgesetzt ist. So zeigte im Forstamt Kronach in der Abteilung Diebschlag ein Teil der Ende Juli bestäubten Tannen Verbrennungserscheinungen, weil einige Stunden nach der Bestäubung, die in der Frühe erfolgte, als die Luftfeuchtigkeit noch ziemlich hoch war, starke Besonnung einsetzte. Ähnliche Erscheinungen konnte ich bei den Ende Juli bestäubten Tannen in der Pfalz beobachten. Dagegen waren nicht die geringsten Schädigungen bei der Herbstbestäubung Ende September zu konstatieren. In keinem einzigen Falle zeigten die Nadeln irgendwelche Veränderungen.[1]) Auch aus diesem Grunde würde ich raten, die Bekämpfung auf die Herbstmonate zu verlegen. Eine Bekämpfung im Mai und Juni, bei denen die

[1]) Nach Marcus (14) waren in der Oberpfalz sowohl junge als auch alte Tannen gegen Detal völlig unempfindlich.

zarten Maitriebe getroffen würden, wäre wohl noch weniger zu verantworten.

Zum Schluß sei noch kurz auf die Durchführung der Erfolgskontrolle eingegangen. Dieselbe ist hier wesentlich schwieriger als bei irgendeinem anderen Schädling. Und zwar wird sie, ganz gleichgültig welches Gift zur Anwendung kommt, dadurch so erschwert, daß die Neosistentes, wenn sie sich einmal auf der Rinde festgesetzt haben, monatelang weder eine Orts- noch sonstige Bewegung zeigen. Man kann zwar im Laboratorium unter dem Binokular noch feststellen, ob sie leben oder nicht, im Freiland jedoch ist diese Feststellung äußerst schwierig. Immerhin kann man, wenn man längere Zeit hindurch Triebe mit lebenden und mit Gift bestäubten oder bespritzten Läusen untersucht hat, Unterschiede herausfinden. Verhältnismäßig leicht ist jedoch die Unterscheidung zu treffen, wenn die Neosistentes zur Weiterentwicklung schreiten. Die Sistens II ist ja durch ihre Wachsausscheidung ohne weiteres von der Neosistens zu trennen, wie auch aus den Abb. 3, 4, 5 zu ersehen ist. Für die Feststellung der Mortalität habe ich auch bei meinen Versuchen diese Weiterentwicklung als Kriterium genommen.

## 5. Schlußfolgerungen.

Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen und auch nach meinen eigenen Beobachtungen ist die Schadwirkung von *nüsslini* dort am geringsten, wo die Tanne innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes optimale Lebensbedingungen besitzt. Dagegen ist der Schaden überall dort — sowohl innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes als auch da, wo die Tanne künstlich eingebracht wurde — sehr stark und bedeutend, wo keine optimalen Bedingungen gegeben sind, da die Tanne hier der Laus nicht die genügende Widerstandskraft entgegenzusetzen vermag. Auf mageren, trockenen, verheideten Rücken und Örtlichkeiten stockende Tannenkulturen werden mit Vorliebe von der Laus befallen und mit ziemlicher Sicherheit nach und nach zum Absterben gebracht Wenn auch nicht alle Bäume in gleicher Weise stark befallen werden, so greift das Übel doch langsam weiter um sich. Ich konnte in der Pfalz Tannen beobachten, die noch vor 2 Jahren völlig lausfrei waren und gewissermaßen immun zu sein schienen, heute aber starken Befall zeigen. Wie schon früher erwähnt, bedroht *nüsslini* in erster Linie unseren Tannennachwuchs und die erste Hauptregel sollte sein, diesen Nachwuchs unter den für die Tanne optimalen Bedingungen aufwachsen zu lassen. Als wichtigster Punkt ist dabei zu berücksichtigen, daß die Tanne eine Schattholzart ist und unter Schirm besser gedeiht als auf sonnigen Kahlschlagflächen. Im Frankenwald konnte ich stets auf Schlagflächen, die starker Sonnenbestrahlung ausgesetzt waren, mehr oder weniger heftigen Befall konstatieren, während in demselben Gebiet in Bauernplenterwaldungen die

Tannen völlig lausfrei waren.[1]) Meine Beobachtungen führten mich zu demselben Ergebnis, zu dem Schneider-Orelli (20) gekommen ist. Derselbe schreibt: „Nach unserer Überzeugung treten umfangreichere Schädigungen in jungen Weißtannenbeständen nur in wenig oder gar nicht beschatteten Parzellen auf. In jungen Weißtannenkulturen, welche im Schutze alter Bäume standen, fanden wir nur selten ausgedehntere Schädigungen, die auf *Dreyfusia nüsslini* zurückgeführt werden konnten. Anders in Schlagflächen, die intensiver Sonnenbestrahlung ungehinderten Zutritt ermöglichen. Nach unseren Beobachtungen ist *Dreyfusia nüsslini* für die ‚Weißtannenkrankheit in Kahlschlagparzellen' in erster Linie verantwortlich." Die Angaben Chrystals (2), wonach schattige Standorte die Vermehrung von *nüsslini* begünstigen, sind nicht stichhaltig. Damit ist auch gleichzeitig die Richtung angedeutet, in der vom waldbaulichen Standpunkt aus Bekämpfungsmaßnahmen durchzuführen sind, nämlich die Aufzucht der Tannen unter Schirm. Selbstverständlich kann auch an unter Schirm stehenden Tannen die Laus auftreten, der Befall wird sich jedoch niemals auf den ganzen Bestand in einer Weise erstrecken, wie es bei Kahlschlagflächen der Fall ist. Besonders ungünstig hat sich plötzliche unvermittelte Freistellung ausgewirkt; es scheint, daß die dabei in den Tannennadeln vor sich gehenden physiologischen Veränderungen der Laus besonders zusagen.

Auf Grund dieser Verhältnisse lassen sich auch die widersprechenden Angaben über den Wert der Durchforstung erklären. Durch das Heraushauen und Verbrennen der am stärksten befallenen Bäume wird selbstverständlich die Bevölkerung des betreffenden Bestandes herabgesetzt, und wenn im folgenden oder in den nächsten Jahren ungünstige abiotische Faktoren die Mortalität der Laus noch weiter erhöhen, so hat die Durchforstung zweifellos einen Wert gehabt. Sind dagegen die abiotischen Faktoren der Laus in der nachfolgenden Zeit günstig, dann holt sie den Verlust rasch wieder auf und verbreitet sich weiter. Das Ergebnis der Durchforstung erscheint in diesem Fall dann negativ. Durch Heraushauen der stärkst befallenen Bäume auf Kahlschlagflächen dürften die Verhältnisse für *nüsslini* in den meisten Fällen eher noch günstiger gestaltet werden, und es sind schon Fälle vorgekommen, wo durch wiederholte starke Durchforstung und Aushiebe von Laustannen schließlich überhaupt kein Bestand mehr übrig geblieben ist. Anders liegt natürlich wieder der Fall, wenn die Durchforstung nicht auf einer derartigen Kahlschlagfläche vor sich geht.

Zur Abwehr und Eindämmung der Dreyfusiakrankheit unserer Tanne wird also im wesentlichen eine naturgemäße Wirtschaftsform, welche den biologischen Eigenheiten dieser Holzart gerecht wird, das Haupterfordernis sein, also die geregelte Plenter- und Femelwirtschaft, die auch den besten

[1]) Herrn Forstmeister Wirth (Stadtsteinach, Ofr.) möchte ich hier für seine Führung und Unterstützung vielmals danken.

Gesundheitszustand verbürgen wird. In den Gebieten allerdings, wo die Standortsfaktoren der Tanne nicht gerecht werden, besonders außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes, wird auch diese Wirtschaftsform kein Allheilmittel gegen *nüsslini* sein.

Damit kommen wir gleichzeitig zu der Frage, wo eine Bekämpfung mit chemischen Mitteln angezeigt erscheint. Meines Erachtens ist eine solche in allen Beständen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Tanne, die in bezug auf Standort und Wirtschaftsform den geforderten Ansprüchen nicht genügen, als wirtschaftlich unrentabel abzulehnen. Es hat keinen Sinn, in Tannenkulturen auf trockenen Südhängen, die intensiver Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, viele Mittel für eine Bekämpfung auszugeben. In der Mehrzahl der Tannenbestände des Pfälzer Waldes dürften aus diesem Grunde Bekämpfungsmaßnahmen unwirtschaftlich sein. Dagegen wäre es wünschenswert überall da, wo die Tanne gutes Gedeihen zeigt, mit chemischen Mitteln den Kampf gegen *Dreyfusia nüsslini* aufzunehmen, zumal jetzt eine Herbstbestäubung mit einem modernen Kontaktgift noch bessere Möglichkeiten bietet die Laus zu vernichten als die bisherigen Maßnahmen. Es wäre vor allem auf größeren Flächen in verschiedenen Gebieten weiterhin die Anwendung von Detal und anderer Kontaktstäubemittel anzuraten, um auf diesem wichtigen Gebiete noch weitere Erfahrungen sammeln zu können.

Im übrigen ist das Auftreten der verschiedenen Generationen von *nüsslini*, besonders auch der Neosistentes, die meist völlig übersehen werden, genau zu verfolgen, um dem Schädling da, wo er sich neu zeigt, von vornherein begegnen zu können. Denn „zunächst äußert sich das Auftreten nicht flächenweise. In sonst reinen Gruppen und Horsten zeigen sich vorerst einzelne befallene Pflanzen“ (Schimitschek 19). Die Bekämpfung ist in diesem Fall noch verhältnismäßig leicht durchzuführen.

## 6. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Das Studium der Entwicklung von *Dreyfusia nüsslini* im Pfälzer Wald und im Frankenwald bot die Möglichkeit eine Bekämpfung des Schädlings auf neuer Grundlage durchzuführen.
2. Die bisher gebräuchlichen chemischen und sonstigen Bekämpfungsmethoden werden besprochen.
3. Die im Jahre 1936 durchgeführten chemischen Bekämpfungsmaßnahmen mit dem Spritzmittel Avenarius-Dendrin, dem Staubmittel Merckotin und dem neuen Kontaktgift Detal ergeben den unbedingten Vorzug von Detal gegenüber den beiden anderen Mitteln, sowie auch gegenüber allen anderen bisher gegen *nüsslini* angewandten Mitteln.
4. Die Bestäubung mit Detal richtete sich ausschließlich gegen das Neosistensstadium, das nach verhältnismäßig kurzer Zeit durch Detal abgetötet wird.

5. Gegenüber der bisher üblichen Bekämpfungszeit (Mai/Juni) wurden jetzt die Bekämpfungsmaßnahmen erst Ende Juli und Ende September durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, daß die Herbstbestäubung gegenüber der Julibestäubung wesentliche Vorteile besitzt.
6. Eine Schädigung der Tannen durch Detal war bei der Septemberbestäubung nicht zu beobachten.
7. Die Möglichkeiten einer erfolgreichen Bekämpfung und Unterdrückung von *Dreyfusia nüsslini* werden besprochen. Neben waldbaulichen Maßnahmen kommt unter bestimmten Verhältnissen auch noch die chemische Bekämpfung in Betracht, die zweckmäßig mit einem modernen Kontaktgift, wie Detal, ausgeführt wird. Die Durchführung derartiger Bekämpfungsmaßnahmen auf größeren Flächen in verschiedenen Gebieten wird empfohlen.

## 7. Literatur.


1. Börner, C.. Eine monographische Studie über die Chermiden. Arb. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. 1908, Bd. 6, H. 2, S. 306—309.
2. Chrystal, R. N.. The Silver Fir Chermes. Forestry Commission Bull. Nr. 7. London 1926.
3. Eidmann, H., Ein neues Kontaktgift gegen die Nonne. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1936, 68. Jahrg., S. 91—108.
4. Escherich, K., Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. I. Bericht: das Jahr 1927. Forstwiss. Centr.-Bl. 1929, H. 3, S. 84—90.
5. — — II. Bericht: das Jahr 1928. Ebenda 1930, H. 10, S. 473—478.
6. — — III. Bericht: das Jahr 1929. Ebenda 1932, H. 9 u. 10, S. 329—331.
7. — — Der Sieg der Kontaktgifte in der Forstschädlingsbekämpfung. Forstl. Wochenschr. Silva 1936, 24. Jahrg., S. 76.
8. — — Die Erforschung der Waldverderber. Berlin, Verlag Paul Parey, 1936.
9. Frickhinger, H. W., Der Sieg der Kontaktgifte in der Forstschädlingsbekämpfung. Anz. f. Schädlingsk. 1936, 12. Jahrg., H. 4.
10. Hofmann, Chr., Eine Waldstation für Tannenlausstudien. Anz. f. Schädlingsk. 1935, 11. Jahrg., S 129—130.
11. Hubault, Et., Extension en France de *Dreyfusia nüsslini* Börner (Hemipt. Chermesidae). *D. nüsslini* et *D. piceae*, exemple de séparation d'especes. Comptes rendus des séances de la Soc. de biologie. Soc. de biol. de Nancy. Tome CXXII, 1936, p. 1092—1094.
12. Judeich, J. F., und Nitsche, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde Bd. II. Berlin, Paul Parey, 1895, S. 1239—1240.
13. Leitschuh, Bekämpfung der Rindenwoll-Laus (Chermes). Forstl. Wochenschr. Silva 1928, 16. Jahrg., S. 339—340.
14. Marcus, B. A., „Detal" Bestäubung gegen den Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.). Zeitschr. f. ang. Ent. Bd. 24, H. 1, S. 71—86.
15. Nüßlin, O., Die Biologie von *Chermes piceae* Ratz. Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1903, 1. Jahrg., S. 59—67.
16. — — Rhumbler, Forstinsektenkunde. 4. Aufl. Berlin 1927, S. 118—121.
17. Rhumbler, L., Die sogenannten Woll-Läuse und ihre Beziehungen zum Eingehen von Bäumen. Forstl Wochenschr. Silva 1928, 16. Jahrg., S 269—278.
18. Rubner, K., Neue Wege und Ziele des Waldbaus in Deutschland. Zeitschr. f. Weltforstwirtsch. 1936, Bd. III, H. 11/12, S. 796 - 804.

19. Schimitschek, Er., Beobachtungen bei einer Übervermehrung der Tannentrieblaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. Zentralbl. f. d. ges. Forstw. 1928, 54. Jahrg., S. 157—177.
20. Schneider-Orelli, O., Schaeffer, C., und Wiesmann, R., Untersuchungen über die Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. in der Schweiz. Mitt. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. XV. Bd., 2. H., S. 191—242. Zürich 1929.
21. Sedlaczek, W., Über Tannenkrankheiten und Tannensterben im nördlichen Wiener Wald und anderen Gebieten Österreichs. Centralbl. f. d. ges. Forstw. 1933, 59. Jahrg., S. 257—268 und 297—310.
22. Steven, H. M., Contributions to the knowledge of the Family Chermesidae. Nr. I: The Biology of the Chermes of Spruce and Larch and their Relation to Forestry. Proceedings of the Roy. Soc. of Edinburgh 1916/17, Vol. XXXVII, S. 356—382.
23. Thomsen, M., Strojtemidler til Bekaempelse of Chermes paa Aedelgran. Forstl. Forsogsv. Danmark, Bd. 13, S. 215—224. Copenhagen 1933.

# Quantitative Freilandstudien an Blattwespen der Pinus banksiana mit besonderer Berücksichtigung der Methodik.

II. Teil.

Von

**Karl E. Schedl,**

ehemaliger Assistant Entomologist in der Entomological Branch of Canada.

Abgeschlossen Herbst 1931.

(Mit 32 Abbildungen.)

(Fortsetzung.)

**Inhalt.** Seite

Dauer des Eistadiums . . . . . 181
Zeitlicher Ablauf des Schlüpfens der Afterraupen . . . . . 184
Die Afterraupe . . . . . 188
Fraßgewohnheiten . . . . . 188
Verhalten der Raupen bei Störungen . . . . . 191
Länge der Raupenstadien . . . . . 193
Fraßmenge je Raupe . . . . . 205
Die Vorpuppe . . . . . 208
Das Abbaumen . . . . . 208

* * *

### Dauer des Eistadiums.

Für das genaue Studium der Inkubationszeit kommen lediglich *Neodiprion swainei* und *N. dubiosus* in Frage. Bei der dritten Art, dessen Weibchen die Eier im Spätsommer ablegen, scheint zwar die Embryonalentwicklung erst im folgenden Frühjahr zu beginnen, aber die zeitliche Abgrenzung des Beginnes der Frühjahrembryonalentwicklung war im Freiland nicht möglich gewesen. Das Ende der Embryonalentwicklung aller drei Arten, die Schlüpfperiode, kommt im nächsten Abschnitt zur Sprache.

Die Unterlagen für die Untersuchungen bezüglich der Inkubationszeit bildeten ausschließlich die Zuchtproben. Nur in diesen war der Tag der Eiablage ohne Ausnahme bekannt, und das Schlüpfen der Ei-

räupchen war leicht festzustellen. Nicht unerwähnt soll sein, daß die Zahl der Beobachtungen verhältnismäßig klein ist. Wettgemacht wird diese geringe Zahl wenigstens teilweise durch die sorgfältige Wahl der Proben und die Genauigkeit der Beobachtung.

Die Länge der Inkubationszeit ist bekanntlich einmal artbedingt und andererseits von den Umweltfaktoren abhängig. Die Feststellung der optimalen Umweltkombination und das gegenseitige Kräfteverhältnis

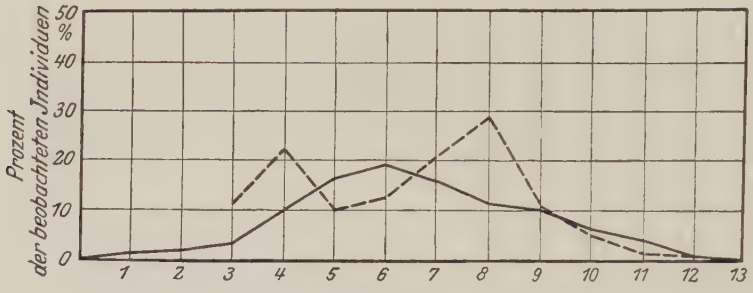



Abb. 25. *Neodiprion nanulus*, 1931. Geschwindigkeit des Schlüpfens der Eiraupen. ———, Ergebnisse der Zuchtproben, - - - - -, jene der Zweigproben, Abszisse, Zeit, 1.—13. Juni, Ordinate, Prozente der geschlüpften Individuen.

der einzelnen Umweltfaktoren konnte natürlich nicht in den Rahmen einer Freilandstudie fallen, sondern muß laboratoriumsmäßigen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Dennoch war es möglich, wenigstens Anhaltspunkte über den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsdauer und die Variationsbreite derselben zu gewinnen. Die Summe der Ergebnisse aller Proben in den beiden Beobachtungsjahren, wie sie in Tab. 8 wiedergegeben sind, zeigen nicht unerhebliche Abweichungen.

Tabelle 8.

Statistik der Entwicklungszeit der Eier aller Zuchtproben.

| | Jahr | Zahl der beobachteten Eier | Standard-abweichung | Symmetrie-koeffizient | Mittel in Tagen |
|---|---|---|---|---|---|
| *N. swainei* . . | 1930 | 183 | 0,909 | — 0,311 | 27,9 |
| | 1931 | 249 | 1,751 | + 0,169 | 25,8 |
| *N. dubiosus* . . | 1930 | 233 | 0,977 | + 0,089 | 30,1 |
| | 1931 | 192 | 1,387 | — 0,103 | 26,0 |

Das Mittel der Entwicklungszeit war in beiden Arten im Jahre 1930 wesentlich größer als im Folgejahr, die Standardabweichung dagegen bedeutend kleiner. Die Asymmetrie ist im geringen Maße ausgeprägt und die Vorzeichen wechselnd. Die Verschiedenheiten in den Mittelwerten sind keine Zufallsergebnisse, sondern liegen außerhalb der erlaubten Fehlergrenzen des einfachen Probesammelns. Den Abweichungen in der

Standardabweichung, in den Asymmetriekoeffizienten und den Vorzeichen dagegen ist keine besondere Bedeutung zuzumessen. Die Zahl der Beobachtungen und möglichen mikroklimatischen Lagen ist zu gering, um weittragende Schlüsse ziehen zu können.

Dem Minimum der Entwicklungszeit, welches unter idealen Umweltbedingungen möglich ist, wurde dadurch versucht näherzukommen, daß dem Datum jeder Eiablage die Entwicklungszeit gegenübergestellt wurde. Dadurch kommen die Variationen schon besser zum Ausdruck. Die Tendenz der Abnahme der Entwicklungszeit mit fortschreitender Saison ist unverkennbar. Die später erfolgte Eiablage an sich könnte aber bei gleichbleibenden Umweltbedingungen keine Verkürzung der Entwicklungszeit auslösen. Der Grund hierfür muß vielmehr in der Veränderung der Umweltfaktoren, insbesondere der Temperatur liegen. Um dies wenigstens teilweise zu beweisen, wurde für die Inkubationszeit jedes Eilegedatums die durchschnittliche Temperatur errechnet, und zwar durch Planimetrieren der Thermographenaufzeichnungen und Errechnung des Stundenmittels für die Inkubationszeit jedes Geleges bezw. Eiablagedatums.

Tabelle 9.

Datum, Stundenmitteltemperatur und Inkubationszeit.

*Neodiprion dubiosus.*

| | | Beginn der Eiablage, Juni | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2. | 4. | 6. | 8. | 9. | 15. | 21. |
| 1930 | Inkubationszeit | | | | 30,5 | 31,2 | 29,1 | 29,0 |
| | Temperatur | | | | 59,7 | 60,1 | 59,4 | 60,4 |
| | Zahl der Beobachtungen | | | | 83 | 50 | 86 | 4 |
| 1931 | Inkubationszeit | 27,8 | 27,5 | 25,8 | | | | |
| | Temperatur | 60,3 | 61,3 | 62,5 | | | | |
| | Zahl der Beobachtungen | 91 | 24 | 77 | | | | |

*Neodiprion swainei.*

| | | Beginn der Eiablage, Juni | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10. | 11. | 13. | 14. | 15. | 17. | 23. |
| 1930 | Inkubationszeit | | | 28,3 | | | | 26,4 |
| | Temperatur | | | 59.2 | | | | 59,9 |
| | Zahl der Beobachtungen | | | 137 | | | | 46 |
| 1931 | Inkubationszeit | 24,8 | 26,0 | | 24,4 | 25,7 | 24,6 | |
| | Temperatur | 61,1 | 63,2 | | 65,1 | 64,7 | 65,4 | |
| | Zahl der Beobachtungen | 57 | 6 | | 60 | 65 | 61 | |

Bei der kritischen Wertung der Ergebnisse muß noch berücksichtigt werden, daß die Temperaturangaben sich auf die Basisstation bezogen, aber die mikroklimatischen Verhältnisse keineswegs in jeder Probe dieselben waren. Im Gegenteil, die Eigelege waren derart ausgewählt

worden, daß schätzungsweise alle vorkommenden Lagen einschließlich der Extreme erfaßt erschienen. Die Abhängigkeit vom Großklima der Biotope ist unverkennbar. Eine Erhöhung der Durchschnittstemperatur hatte immer eine Verkürzung der Inkubationszeit zur Folge und umgekehrt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse beider Versuchsjahre halte ich ohne Hinzuziehung wenigstens noch eines Faktors für nicht zulässig. Die Korrelation zwischen Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Inkubationszeit würde wahrscheinlich gute Ergebnisse zeitigen. Ich halte jedoch einen derartigen Versuch wegen der Unzulänglichkeit der Zahl der Beobachtungen und der mikroklimatischen Möglichkeiten für nicht ausschlaggebend. Überdies könnte er bei der Beschränktheit der Variationsbreite der Temperatur nichts Wesentliches ergeben.

## Schlußfolgerungen und Zusammenfassung.

1. *N. swainei.* Die Variationsbreite der Entwicklungszeit des Eistadiums schwankte in den beiden Jahren zwischen 24,4 und 28,4 Tagen. Das mögliche Minimum derselben dürfte nicht beträchtlich über einer konstanten Temperatur von 65° F liegen.
2. *N. dubiosus.* Die Entwicklungszeit ist im allgemeinen wahrscheinlich etwas kürzer als bei *N. swainei.* Die Variationsbreite betrug in den beiden Beobachtungsjahren von 25,8—31,2 Tage. Die zugehörigen Durchschnittstemperaturen beliefen sich von 59,4 bis 62,5° F, jene bei *N. swainei* auf 52,2—65,4° F.

### Zeitlicher Ablauf des Schlüpfens der Afterraupen.

*Neodiprion nanulus.*

Eigelege, welche von Weibchen stammten, die im Spätsommer 1930 zur Eiablage schritten, wurden im Frühjahr 1931, vom 6. Mai an, täglich überprüft. Erst Ende Mai konnte eine deutliche Schwellung der Eier, also der Beginn der Embryonalentwicklung wahrgenommen werden. Bis dahin fiel insbesondere ihr kleines Volumen auf, welches die Nadeloberfläche kaum wölbte und den Eindruck erweckte, als seien die Eier vertrocknet.

Der zeitliche Ablauf des Schlüpfens der Eiräupchen ist insofern von den beiden anderen Arten verschieden, als der Zeitpunkt des Schlüpfens von jenem der Eiablage durch die lange dazwischenliegende Winterdiapause unabhängig ist. Auch Hemmungen genetischer Natur werden in freier Natur kaum zur Geltung kommen, und somit ist der Schlüpftermin im höchsten Maße von den klimatischen Verhältnissen abhängig. Die Untersuchung geschah auf zweierlei Weise. Einmal im Wege der Zuchtproben, wodurch die Geschwindigkeit des Vorganges erfaßt erscheint und dann im Wege der Zweigproben, welche die akkumilative Geschwindigkeit, den Weg, wiedergeben.

Die Schwankungen innerhalb ein und desselben Eigeleges, also innerhalb derselben mikroklimatischen Verhältnisse sind bei *N. nanulus* wesentlich größer als bei den beiden anderen Arten. Bei einer mittleren

Schlüpfdauer je Eigelege von 26 Stunden betrug die Variationsbreite von 24—144 Stunden. Wodurch diese individuellen Unterschiede in dem Schlüpftermin bedingt sind, ist eine noch offene Frage. Wichtig scheint diese Tatsache deshalb, als, wie schon oben erwähnt, ein Einfluß des Eiablagetermins ausgeschaltet ist und die lange Diapause auch sonstige individuelle Unterschiede ausgleichen müßte. Die Standardabweichung der Schlüpftermine der Eier eines Geleges betrug 33 Stunden und die Symmetrie war ausgesprochen positiv (j = +0,274). Als wahrscheinlicher Grund für die positive Asymmetrie kommt das Überwiegen der entwicklungshemmenden gegenüber den entwicklungsfördernden Faktoren in Frage.

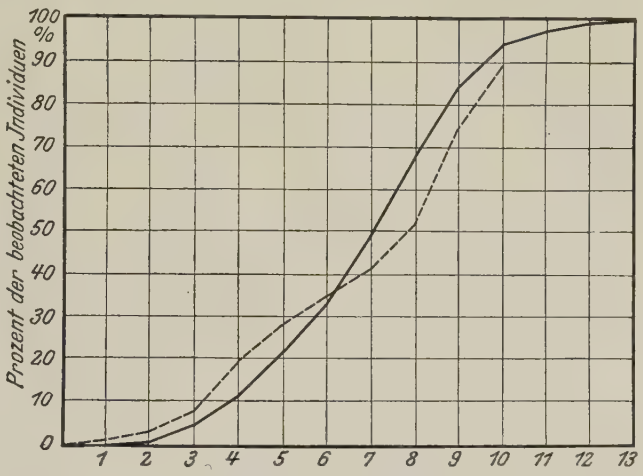



Abb. 26. *Neodiprion nanulus*, 1931. Akkumulative Geschwindigkeit des Schlüpfens der Eiräupchen.
———, aus den Zuchtproben, - - - - -, aus den Zweigproben, Abszisse, Zeit, 1.—13. Juni, Ordinate, Prozent der insgesamt beobachteten Individuen.

Das Schlüpfen erfolgte im Jahre 1931 bei den Zuchtproben in der Zeit vom 1. bis 11. Juni. Die Häufigkeitsverteilung ergab folgende Werte: Mittel = 6. Juni, Standardabweichung = + 2,174 Tage, Symmetriekoeffizient = — 0,031. Daß keine nennenswerte Beschleunigung des Schlüpfvorganges, wie eine solche durch die Zunahme der Temperatur denkbar wäre, eingetreten ist, kommt durch die völlige Symmetrie zum Ausdruck. Für den Nachweis der Gesetzmäßigkeit des Vorganges war das Zahlenmaterial zu gering. Die Zweigproben ergaben ähnliche Schlüpftermine. Bei einem Mittel am 8. Juni betrug die Standardabweichung von 41 Proben 2,177 Tage und die Asymmetrie — 0,155. Für eine rechnerische Auswertung ist der Variationsbereich des Universums zu groß und die Zahl der Beobachtungen zu klein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei einer großen Variationsbreite der Schlüpftermine innerhalb eines Geleges die Schlüpfperiode in der ganzen Biotope sehr kurz ist und im Wege der Zweigprobensammlung schon bei geringer Zahl von Proben ziemlich genau erfaßt werden kann.

*Neodiprion swainei.*

Da hier der Zeitpunkt der Eiablage berücksichtigt werden muß, dieselbe sich aber über eine geraume Zeit erstreckt, mußten Proben zur

Verwertung gelangen, welche diesen Verhältnissen Rechnung trugen. Die Zuchtproben, welche zwar sorgfältig ausgewählt worden waren, aber zahlenmäßig gering sind und außerdem die mikroklimatischen Verhältnisse nicht voll erfassen, ergaben, wie zu erwarten war, nur unzulängliche Unterlagen. Im Gegensatz dazu entsprechen die Zweigproben sowohl zahlenmäßig wie auch in bezug auf die möglichen mikroklimatischen Verhältnisse allen Anforderungen. Einige Schwierigkeiten bot lediglich die zeitliche Abgrenzung. Diesbezüglich wurde derart verfahren, daß das zeitliche Ende der Häufigkeitsverteilung dort gewählt wurde, wo zum letzten Male ein wesentlicher Prozentsatz frischer nicht geschlüpfter Eier angetroffen worden war. Kleine Prozentsätze nicht geschlüpfter Eier, bis 3 %, welche noch viel später festgestellt werden konnten und welche nach den gesammelten Erfahrungen niemals schlüpften, wurden nicht berücksichtigt. Solche Eier behalten ihr frisches Aussehen bis in den August hinein und zeigen keinerlei Anzeichen beginnender Embryonalentwicklung, was entweder auf taube Eier oder solche, welche trotz mikroskopischer Untersuchung (Binokular) nicht sichtbare Verletzungen erlitten haben, hinweisen würde.

Der zeitliche Ablauf der Schlüpfperiode weist in den beiden beobachteten Jahren recht wesentliche Unterschiede auf. Aus der rechnerischen Auswertung seien hier die wichtigeren statistischen Werte mitgeteilt.

Tabelle 10.

*N. swainei*, Statistik der Häufigkeitsverteilung des Schlüpfens der Afterraupen aus Zweigproben.

| | Mittel | Standard-abweichung Tage | Symmetrie-koeffizient | Variations-breite |
|---|---|---|---|---|
| 1930 . . . . . | 24. Juli | 3,631 | — 0,172 | 6.—16. Juli |
| 1931 . . . . . | 13. Juli | 2,740 | — 0,362 | 15.—29. Juli |

Es ist offensichtlich, daß die Unterschiede der Mittel außerhalb der erlaubten Fehlergrenzen liegen. Dies kommt rein empirisch auch in der Variationsbreite zum Ausdruck. Obwohl den Untersuchungen eine bedeutende Zahl von Beobachtungen zugrunde liegt, wird es dennoch für unzulässig gehalten, Schlüsse bezüglich der Asymmetrie und der Gesetzmäßigkeit der Häufigkeitsverteilung zu ziehen. Insbesondere kann aus dem Vorkommen einer negativen Asymmetrie kein endgültiges Urteil über das tatsächliche Vorzeichen derselben abgeleitet werden. Träfe dies aber dennoch in ausgesprochenem Maße zu, so müßten die Häufigkeitsverteilungen des zeitlichen Ablaufes der Raupenstadien dasselbe Vorzeichen besitzen, was wie später gezeigt werden wird, nicht zutrifft.

Das Schlüpfen der Eiräupchen erstreckte sich demnach im Jahre 1930 über rund 14, im Folgejahre über 10 Tage. Daß trotz der Ab-

hängigkeit des Schlüpfens vom Tage der Eiablage eine so geringe Variationsbreite resultierte, ist in einem hohen Maße durch biotische Widerstandsfaktoren, nämlich die starke Parasitierung der Eier erklärlich. Berechnet man, unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Länge der Inkubationszeit von 25 Tagen, aus der Schlüpfperiode die Eilegeperiode der Weibchen, so ergibt sich eine solche, welche vom 11. bis zum 21. Juni dauern müßte. Der Beginn dieser theoretischen Eilegeperiode fällt mit den anläßlich der Markierung der Zweigproben gemachten Beobachtungen überein. Anders verhält es sich mit dem Ende derselben. Im Freiland wurden noch eine ganze Reihe von Weibchen in der Zeit vom 1.—12. Juli bei der Eiablage beobachtet. Die Erklärung, warum diese späte Eiablage in den Schlüpfergebnissen der Zweigproben nicht zum Ausdrucke kommt, wird wohl wiederum in den um diese Zeit besonders zahlreichen Parasiten und Räuber zu suchen sein. Darauf wird später noch eingehend zurückgekommen werden. Im allgemeinen stimmen diese theoretischen Überlegungen auch mit den Ergebnissen der Schlüpfbretter überein.

*Neodiprion dubiosus.*

Grundsätzlich gelten für *N. dubiosus* dieselben Erwägungen wie für *N. sweinei.* Das Studium der Häufigkeitsverteilungen ergab

Tabelle 11.

*N. dubiosus*, Statistik der Häufigkeitsverteilungen der Schlüpfperioden der Afterraupen aus Zweigproben.

| | Mittel | Standard-abweichung Tage | Symmetrie-koeffizient | Variations-breite |
|---|---|---|---|---|
| 1930. . . . . | 11. Juli | 7,233 | — 0,401 | 26. Juni bis 23. Juli |
| 1931. . . . . | 2. Juli | 1,192 | — 0,468 | 29. Juni bis 3. Juli |

Zunächst fallen wohl die großen Unterschiede in bezug auf die Mittelwerte in die Augen. Daß dieselben außerhalb der erlaubten Fehlergrenzen liegen, unterliegt keinem Zweifel. Ebenso auffällig ist die große und in beiden Jahren negative Asymmetrie der Häufigkeitsverteilungen. Beide Tatsachen sind nur unter Heranziehung des Widerstandes der Umgebung erklärlich. Die statistischen Untersuchungen der biotischen Widerstandsfaktoren, auf welche in einem anderen Abschnitt eingehend zurückgekommen wird, ergaben, daß die Verzerrungen der Asymmetrie und das Verhalten der Mittel durch die Tätigkeit der Räuber und Eiparasiten bedingt ist. Diese Tatsache war von derart großer Bedeutung, daß sie auch in den Häufigkeitsverteilungen der zeitlichen Abläufe der Raupenstadien ihren Niederschlag findet. Nur die zu allererst abgelegten Eier sind den Angriffen der Räuber und Parasiten entgangen; Eier aus der Mitte und dem Ende der Eilegeperiode 1931 wurden nahezu restlos vernichtet. Aus diesem Beispiel mag wiederum

ersehen werden, wie vorsichtig man in der Beurteilung sogar statistisch einwandfreien Materials sein muß, und daß man nach rechnerischer Durcharbeitung der Ergebnisse die biologischen Möglichkeiten nicht aus den Augen verlieren darf.

Die Schlüpfperioden der Afterraupen von *N. swainei* und *N. dubiosus* müßten, nach der Länge der Eigelege der Weibchen nach zu schließen, ungefähr 3—4 Wochen dauern und sowohl in bezug auf die Lage als auch in bezug auf die Variationsbreite von der jährlichen Witterungslage abhängig sein. Es zeigte sich nun, daß die abiotischen Widerstandsfaktoren gegenüber jenen biotischer Natur vollkommen in den Hintergrund traten. Der Verlauf der Schlüpfperiode wurde durch Parasiten und Räuber in einer Weise verzerrt, daß die dem Vorgang zugrunde liegende Gesetzmäßigkeit nicht mehr erkennbar war.

## Die Afterraupe.

Eiräupchen, welche die schützende Eihülle verlassen, wandern zunächst zur Nadelspitze und verharren dort, gewöhnlich in Gruppen eng aneinandergeschmiegt und mit dem Kopfende der Nadelbasis abgekehrt, mehrere Stunden. Während dieser Zeit bräunt sich die anfänglich weiße Kopfkapsel. Nicht selten drehen sich die Raupen plötzlich, wie auf ein Kommando, gleichzeitig um, verbleiben aber dann wieder stundenlang völlig unbeweglich. In den meisten Fällen wird nach dieser Ruhepause die Geburtsnadel verlassen und auf eine andere, nicht mit Eiern belegte Nadel, abgewandert. Bei *N. nanulus* und *N. dubiosus* kommt es dennoch nicht selten vor, daß mit dem Fraß an der Geburtsnadel begonnen wird, ausnahmsweise auch zum Schaden der noch nicht geschlüpften Individuen. Der erste Fraß erfolgt in der Regel innerhalb 24 Stunden nach dem Schlüpfen. Bevorzugt werden dabei bei allen drei in Frage stehenden Arten die Nadeln der vorjährigen Triebe.

Der sich unmittelbar nach dem Schlüpfen bemerkbar machende Herdentrieb hält im großen und ganzen gesehen während der ganzen Raupenentwicklung an. Durch Unglücksfälle frühzeitig abgesprengte Tiere bleiben in der Entwicklung zurück und gehen in der Regel früher oder später ein. In der zweiten Hälfte des Raupenlebens läßt der Herdentrieb allmählich nach, bei *N. nanulus* ist er weniger ausgeprägt als bei *N. dubiosus* und insbesondere bei *N. swainei*.

### Fraßgewohnheiten.

Der erste Fraß der Eiräupchen erfolgt nur zögernd. Vier bis sechs Räupchen benagen eine Nadel, in einem Ring um dieselbe gelagert, gleichzeitig. Gewöhnlich beginnen dieselben nahe der Nadelspitze, wobei diese und die Mittelrippe verschont bleiben. Nachdem die Nadel bis auf einen Stummel von 2—4 mm allseitig befressen worden ist, wandern die Raupen auf eine andere Nadel über. Bei *N. nanulus* schritten die Raupen in 7 Eigelegen zwischen dem 6. und dem 9. Lebenstage, bei *N. swainei* und *N. dubiosus* zwischen dem 5. und 10. Tage zum Vollfraß.

Der Fraß erfolgt immer von der Nadelspitze beginnend und gegen die Nadelbasis fortschreitend. Die Afterraupen liegen dabei mit ihrer Längsachse parallel zur Nadelachse, gewöhnlich vollkommen gestreckt, und mit den Mundwerkzeugen in gleicher Höhe. Die Jungraupen fressen in Gruppen von vier bis sechs, später, mit zunehmender Größe, nimmt die Zahl der Individuen je Fraßgruppe ab. Im vierten Raupenstadium werden in der Regel vier Individuen je Fraßgruppe, nahe der Vollwüchsigkeit je zwei Individuen angetroffen. Um diese Zeit ist es auch durchaus keine Seltenheit, daß Raupen einzeln zum Fraße schreiten.

Der Fraß kann stundenlang dauern. In den dazwischen eingeschalteten kurzen Ruhepausen verläßt die Raupe gewöhnlich die Nadel und wandert auf die Zweigachse zurück. In den freiwerdenden Platz springt in der Regel bald ein anderes Individuum, welches auf diese Gelegenheit schon lange gewartet hat, ein. Der Rhythmus der sich auf und nieder bewegenden Köpfe wird dadurch kaum unterbrochen. Was die tägliche Periodizität des Fraßes anbelangt, kann gesagt werden, daß im allgemeinen eine kurze und verhältnismäßig wenig intensive Fraßperiode in den Vormittagsstunden und eine langandauernde, starke Hauptfraßperiode vom frühen Nachmittag bis in die Nacht hinein stattfindet. Die Temperatur ist von ausschlaggebender Bedeutung. Dennoch sind diesbezüglich auch die Tageszeiten mitbestimmend. Die Raupen fressen in den Abendstunden bei Temperaturen, bei welchen sie in den Morgenstunden noch lange vollkommen inaktiv verbleiben. Wie bei der Besprechung des Raupenkotfalles noch gezeigt werden wird, dürfte der Luftfeuchtigkeit dabei eine gewisse Rolle zufallen.

Nach Beginn des Vollfraßes werden die Nadeln unter Verschonung der äußersten Spitze bis zu dem erwähnten Stummel abgefressen. Diese Nadelstummel ermöglichten die quantitative Ermittlung des Fraßes je Familie. Leider sind die Auswertungen dieser Beobachtungen sehr zeitraubend und müßten größtenteils unberücksichtigt bleiben.

Nach Vollendung des Skelettfraßes ist die Raupe in bezug auf das Alter der Nadeln nicht allzu wählerisch. Wie bereits oben erwähnt, findet der Fraß in erster Linie an jenen Nadeln statt, welche räumlich und deshalb auch in bezug auf Alter hinter jenen der Eiablage liegen. Mit fortschreitendem Fraße werden dann immer ältere Nadeln angegangen. Zum besseren Verständnis dessen seien einige Worte über die Benadelung der *Pinus banksiana* eingeflochten. Außer den Nadeln der Maitriebe finden sich im Frühsommer in der Regel noch Nadeln der letzten vier, ausnahmsweise noch Reste des fünften Jahrganges. Die Benadelung der verflossenen drei Jahre ist um die genannte Zeit, sofern sie nicht durch den Nadelrost (Coleosporium solidaginis und eine bisher unbestimmte Art von Lophodermium) vernichtet wurden, vollzählig vorhanden. Die Nadeln des vierten Jahrganges werden im Laufe des Sommers größtenteils abgestoßen. Nahezu ausnahmslos fallen die Nadeln aller Jahrgänge mit Ausnahme jener der Maitriebe den Raupen zum Opfer. Die Kronen stark befressener Kiefern erhalten dadurch ein

ganz eigenartiges Aussehen, wie dasselbe in Abb. 16 sehr gut zum Ausdrucke kommt. Durch diese Eigenart des Fraßes wird der in ihrer Heimat überaus widerstandsfähigen *Pinus banksiana* die Möglichkeit geboten, auch recht starken Fraß erfolgreich und wiederholt zu überdauern An exponiert stehenden Kiefern, wie sie insbesondere entlang der Seeufer und Bestandesränder anzutreffen sind, und welche alljähr-

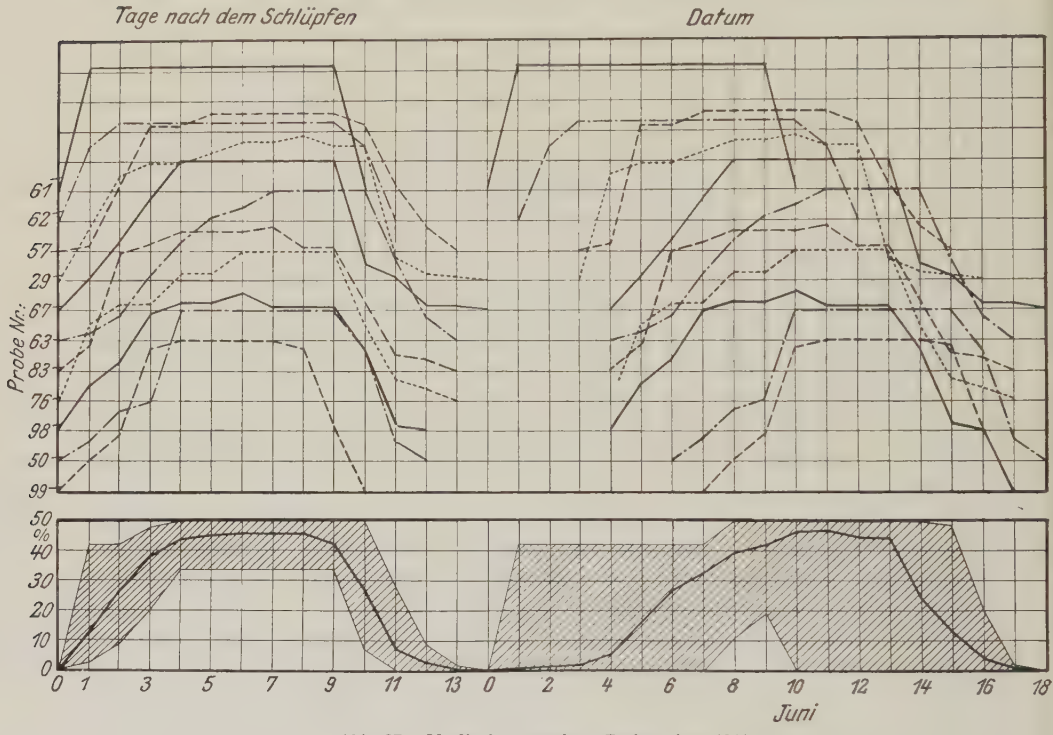



Abb. 27. *Neodiprion nanulus*, Zuchtproben 1931.
Links oben: Zeitliche Verteilung des ersten Raupenstadiums jeder Probe in Lebenstagen. Jede Ordinateneinheit beträgt 10 % der je Probe geschlüpften Eier. Links unten: Täglicher Durchschnitt aller Proben (volle Linie) und die tägliche Variationsbreite (schattierter Teil).
Rechts: Dieselbe Häufigkeitspolygone wie auf der linken Seite aber mit dem Unterschied, daß jede Probe zufolge ihres wirklichen Datums eingetragen ist. Links ist die im Jahre 1931 vorgekommene kürzeste Entwicklungszeit, rechts sind die Ergebnisse wie sie im Wege des Zweigprobensammelns gewonnen werden können, wiedergegeben.

lich in erheblichem Maße von den Blattwespen befallen werden, finden sich in der Regel nur Nadeln bestenfalls der letzten zwei Jahrgänge. Der krüppelhafte Wuchs, Stämme mit 40—60 Jahre weisen oft einen Brusthöhendurchmesser von 10—15 cm auf, ist dadurch leicht erklärlich. In Jahren mit großen Populationsdichten werden die Maitriebe, insbesondere gegen Ende der Fraßperiode angenommen. In solchen Fällen wurde das Absterben der Kiefern wiederholt beobachtet.

Vom vierten Raupenstadium an werden bei Nahrungsmangel mit einer gewissen Regelmäßigkeit auch die Rinde der bis bleistiftstarken Zweiglein befressen. Der Fraß ist hierbei nicht zusammenhängend, son-

dern ähnlich wie bei *Hylobius piceus* an Lärche und *H. abietes* an Fichte plätzeweis. Halbwüchsige Raupen auf *Pinus strobus* oder *P. resinosa* übertragen, vollenden ihre Entwicklung völlig normal. Eine Aufzucht von ebensolchen Raupen an den verschiedenen Fichten des Gebietes schlug fehl. Auch die Lärche erwies sich den Blattwespen gegenüber immun.

Ist ein Zweig kahlgefressen, dann wandert die ganze Familie in der Regel auf den zunächstgelegenen Zweig über. Dennoch kommt es vor, daß Familien auf der Futtersuche scheinbar vollkommen geeignete nächstliegende Zweige ignorieren und erst in großer Entfernung vom ursprünglichen Fraßort sich neuerlich zum Fraße niederlassen. Störungen während der Wanderungen durch Menschen und Tiere mögen dabei eine gewisse Rolle spielen. Manche Familien reagieren auf solche wesentlich stärker als andere. Dafür ein Beispiel. Eine Familie, die aus einem in Brusthöhe gelegenen Eigelege stammte und dort dem ersten Fraße oblag, wurde einmal durch Beklopfen des Astes stärker gestört und reagierte dadurch, daß sie innerhalb der nächsten 24 Stunden in den Gipfel des 6 m hohen Stämmchens abwanderte. Gewaltsam, durch Abschneiden des Astes, auf den ursprünglichen Fraßort zurückgebracht, wiederholte sie die Wanderung noch dreimal. Solch wanderlustige und überempfindliche Familien zählen aber zu den Seltenheiten.

### Verhalten der Raupen bei Störungen.

Bei Störungen reagieren die Afterraupen in dreierlei Weise. Die auffälligste Reaktion kommt dadurch zustande, daß die Raupe den Kopf und die Brust in rhythmischer Folge nach rückwärts wirft. Je nach dem Grad der Störung wird auch das Hinterleibsende gehoben. Eine S-förmige Stellung des Körpers, wie dies bei der Lärchenblattwespe und anderen Verwandten vorkommt, wird niemals eingenommen. Das Aufwerfen des Vorderkörpers geschieht ruckartig, das Senken langsam und die ganze Bewegung bis 32mal je Minute. Während der Tagesstunden sind die Bewegungen schneller als bei Nacht und ebenso verlangsamt sich das Tempo bei einmaliger Störung allmählich. Es genügt in den meisten Fällen, daß eine einzige Raupe das Signal zur Abwehr für die ganze Familie gibt. Eine andere Art der Abwehr besteht darin, daß die Raupe die Schreckstellung einnimmt, in derselben verharrt und durch den Mund einen Tropfen, wahrscheinlich aus dem Mageninhalt, ausscheidet. Bei Belästigung durch Parasiten wird außerdem der Kopf der Gefahrenquelle zugekehrt. Diese Abwehrstellung kann minutenlang andauern. Hält die Störung weiter an, dann verlassen die Raupen in der Regel die Fraßplätze und wandern auf die Zweigachse zurück.

Von den natürlichen Störungen kommt in erster Linie die Belästigung durch Parasiten in Frage. Tachinen können dabei die Raupen zur Aufgabe des Fraßes zwingen, ja gegen den Spätsommer, wenn diese sehr zahlreich und die Raupen immer weniger werden, scheint der Hauptfraß wegen dieser Belästigungen erst um die Zeit zu beginnen,

wenn die Tachinen inaktiv werden, also am Spätnachmittag und am einbrechenden Abend. Bewegungen der Zweige, wie solche durch den Wind ausgelöst werden, haben wenig oder gar keinen Einfluß auf das Betragen der Raupen. Selbst Stürme hindern im allgemeinen die Raupen nicht in ihrem Fraße fortzufahren. Leichte Regen und Nebel haben ebenfalls auf den Verlauf des Fraßes keinen Einfluß. Andauernder starker Regen setzt der Fraßtätigkeit aber dennoch Grenzen. Wenn sich große Tropfen um die Raupen sammeln, ziehen sie sich auf die Unterseite der Zweige zurück. Überraschend war das Ergebnis eines überaus heftigen

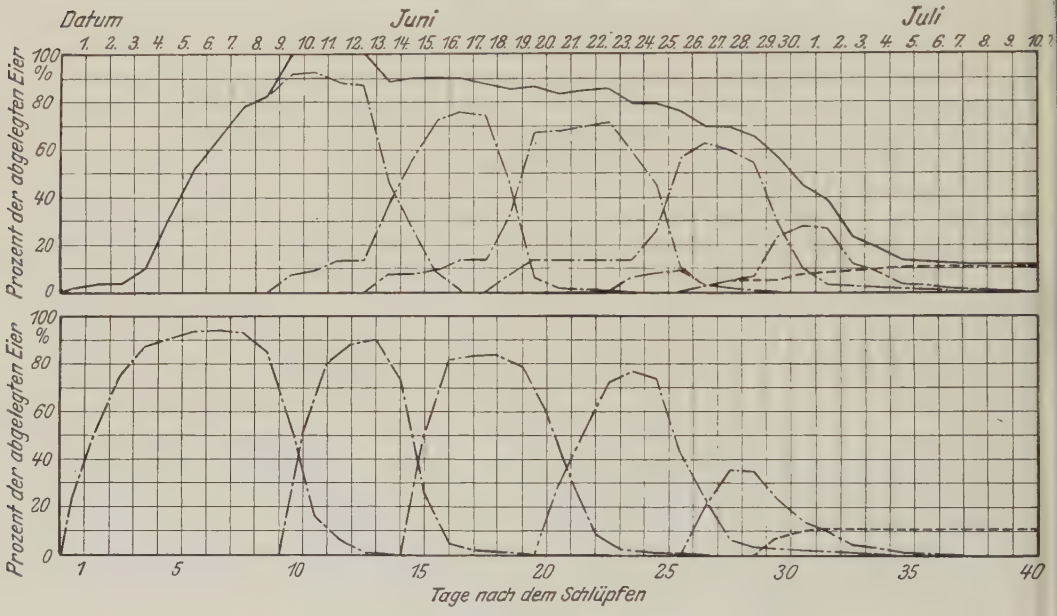



Abb. 28. *Neodiprion nanulus*, 1931.
Oben: ———, Reduktionspolygon der Larvenstadien, — • — • —, zeitliches Auftreten der Raupenstadien, . . . ., Vorpuppen, alle Angaben auf das wirkliche Datum bezogen und aus der Summe aller Zuchtproben gebildet. Unten: Das zeitliche Auftreten in Lebenstagen der einzelnen Individuen.

Hagelschlages im Jahre 1930. Hagelkörner von 0,5—1,5 cm Durchmesser und ein orkanartiger Wind, 15 Minuten lang, verursachten keinen meßbaren Abgang in der Zahl der Individuen (viertes Raupenstadium) der Zuchtproben und auch andere nachteilige Folgen konnten nicht festgestellt werden. Sofortiges Leimen einer Reihe von Stämmen nach dem Sturme erbrachte ebenfalls den Beweis, daß keine nennenswerten Mengen von Raupen vom Hagel abgeschlagen wurden.

Auf künstliche Reize reagiert die Raupe im allgemeinen überaus träge. Geräusche aller Art, Lichtreflexe bei Nacht und heftiges Schütteln von Ästen löste anfänglich bestenfalls Abwehrstellung und Kopfnicken aus. Leichte Berührung des Zweiges und Anblasen mit Zigarettenrauch brachte die Raupen in erhöhtem Maße zur Einstellung des Fraßes und zum Abwandern. Ebenso stark reagierten die Tiere bei künstlicher Belästigung durch Parasiten und Räuber.

Während der Wanderungen sind die Raupen im allgemeinen viel erregter. Schon geringfügige Störungen können das jeweilige Leittier zur Umkehr veranlassen. Allerdings wird nach Abklingen der Störungen das alte Marschziel mit hartneckiger Folgerichtigkeit wieder aufgenommen.

Wie bei vielen anderen Insekten sind die Raupen während der Häutung gegen Einflüsse von außen besonders empfindlich. Die Folge davon ist, daß die Parasitierung gerade in diesem Zeitpunkt häufig vorkommt und neben den direkten Folgen oft noch dadurch den Tod des Wirtes nach sich zieht, als die Raupen die alte Raupenhaut nicht entsprechend abstreifen können und so verhungern müssen.

### Länge der Raupenstadien.

Für den angewandten Entomologen bildeten seit langer Zeit die Studien der Raupenentwicklungszeit besonderes Interesse. Vielfach wurden diesbezügliche Untersuchungen im Laboratorium durchgeführt und die solchermaßen erhaltenen Werte bei Freilandarbeiten zur Verwendung gebracht. Freilandstudien quantitativer Natur unter Berücksichtigung der Regeln für das Probesammeln liegen in dem hier angeführten Sinne bisher noch nicht vor. Diese Tatsache und die Wichtigkeit des Problems im allgemeinen werden es rechtfertigen, daß dieser Sache soviel Zeit und Raum gewidmet wurde. Wie bereits öfter dargetan, liegen die diesbezüglichen Verhältnisse bei *N. nanulus* wegen der Unabhängigkeit des Raupenschlüpftermins vom Zeitpunkte der Eiablage am einfachsten. Dies bildet auch den Hauptgrund, warum bei dieser Besprechung die wirtschaftlich am bedeutungsloseste Art vorangestellt wird. An diese soll dann die ebenfalls fünfhäutige *N. dubiosus* angeschlossen und mit der Besprechung der langlebigen *N. swainei* geendet werden.

*Neodiprion nanulus.*

Wegen der Unabhängigkeit vom Zeitpunkte der Eiablage liefern bereits die Zuchtproben recht bedeutungsvolle Ergebnisse. Bei der Ausarbeitung der Felddaten wurden Häufigkeitsverteilungen einmal unter Zugrundelegung der tatsächlichen Untersuchungstage ausgearbeitet. Diese Art der Behandlung bildet eine Parallele zu jenen, wie sie aus den Zweigproben resultieren. Die Häufigkeiten jedes Tages geben den Stand der Entwicklung als akkumilative Geschwindigkeit, Weg im physikalischen Sinne, wieder. Es ist ohne weiteres klar, daß solchermaßen aufgestellte Häufigkeitsverteilungen die wahre Entwicklungsdauer eines durchschnittlichen Individuums in etwas entstellter Form wiedergeben. Die Gründe hierfür liegen einmal in den verschiedenen mikroklimatischen Bedingungen, aus welchen die Tiere stammen und zum anderen in den Variationen, welche durch physiologische und genetische Ursachen ausgelöst werden. Die mikroklimatischen Verhältnisse verursachen trotz der Unabhängigkeit zum Zeitpunkte der Eiablage ganz erhebliche Schwankungen in bezug auf das Datum des Schlüpfens der

Eiräupchen. Daß es bisher nicht gelungen ist, das Mikroklima der einzelnen Zuchtproben zu charakterisieren, liegt wohl nur in der Unzulänglichkeit der zur Verfügung gestandenen Instrumente und Arbeitskräfte und kann keinesfalls einen Gegenbeweis für obige Ansicht bilden. Die Entwicklung des Individuums ist aber außerdem noch von der genetisch verankerten individuellen Variationsbreite der Art und von physiologischen Momenten, z. B. Beschädigung im Ei und Embryonalstadium, Art des Futters, um nur einige Faktoren zu nennen, abhängig. In späteren Raupenstadien spielen dann noch biotische Widerstandsfaktoren, Parasiten und Räuber, eine ausschlaggebende Rolle.

Um diese individuellen Unterschiede in der Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien ins richtige Licht zu bringen und gleichzeitig der im Durchschnitt in der Saison kürzesten Entwicklungszeit näherzukommen, wurden noch Häufigkeitsverteilungen unter Außerachtlassung des tatsächlichen Zeitpunktes und unter Zugrundelegung des tatsächlichen Alters der Individuen aufgestellt. Die solchermaßen erhaltenen Häufigkeitsverteilungen sind, weil ja die zeitlichen Differenzen des Erscheinens der ersten Individuen ausgeschaltet sind, kürzer und vermitteln unmittelbar die im Durchschnitt mögliche kürzeste Entwicklungszeit. Die Bearbeitung in diesem Sinne wird unter dem Namen „Voraussetzung A", die zuerst genannte unter „Voraussetzung B" besprochen werden.

Tabelle 12.

*N. nanulus*, Statistik des zeitlichen Ablaufes des Raupenlebens aus Zuchtproben 1931.

| Stadium | Mittel in Tagen | | Standard-abweichung | | Symmetrie-koeffizient | | Wahrscheinlicher Fehler | | Mittel B im Datum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| I | 6,04 | 10,48 | 2,613 | 3,658 | — 0,004 | — 0,506 | 0,064 | 0,084 | 11. Juni |
| II | 3,41 | 6,59 | 1,604 | 1,868 | + 0,081 | — 0,088 | 0,050 | 0,058 | 16. Juni |
| III | 3,97 | 8,05 | 1,955 | 2,124 | + 0,046 | + 0,082 | 0,057 | 0,061 | 22. Juni |
| IV | 4,32 | 8,47 | 2,155 | 2,538 | + 0,311 | — 0,045 | 0,070 | 0,083 | 26. Juni |
| V | 3,47 | 7,48 | 1,877 | 2,573 | + 0,468 | + 0,412 | 0,103 | 0,140 | 1. Juli |
| Pronymphe | 3,66 | 7,36 | 1,698 | 2,818 | — 0,036 | — 0,490 | 0,185 | 0,275 | 4. Juli |
| Summe | 24,87 | 48,43 | M des Schlüpfens = 6. Juni. Enwicklungszeit (A) 28 Tage | | | | | | |

Bei Betrachtung der statistischen Werte fällt zunächst auf, daß die Entwicklungszeit der einzelnen Stadien in beiden Serien mit fortschreitendem Wachstum abnimmt. Wenn auch eine mathematische Beweisführung für diese Tatsache von Stadium zu Stadium nicht möglich ist, wegen der großen Reduktion der Individuenzahl mit fortschreitender Entwicklung infolge Parasiten und Räuber, so ist sie dennoch kaum anzuzweifeln. Als Gründe für dieses eigenartige Verhalten dieser Art können wohl nur abiotische Faktoren in Frage kommen. Dadurch, daß

die Eier überwintern und schon recht frühzeitig schlüpfen, fällt die ganze Raupenentwicklung in den aufsteigenden Ast der sommerlichen

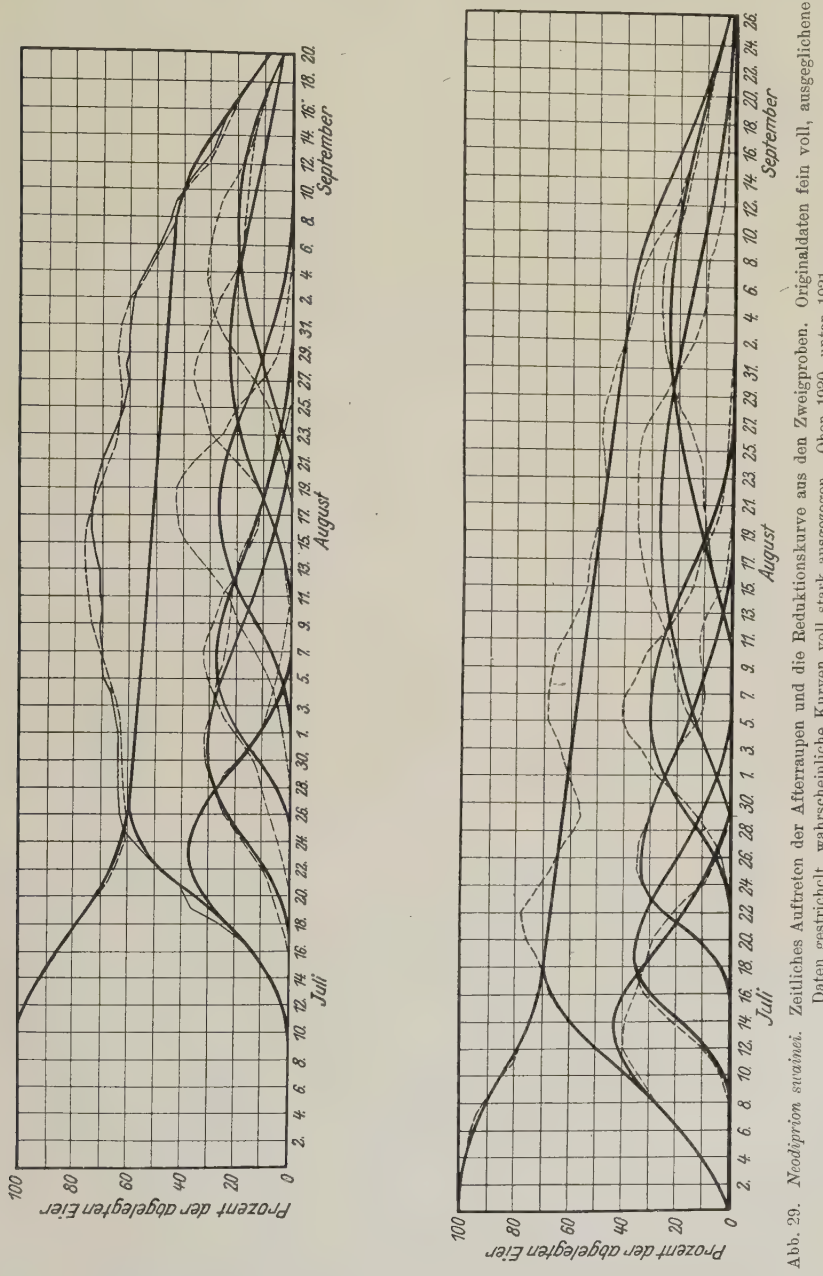



Abb. 29. *Neodiprion swainei*. Zeitliches Auftreten der Afterraupen und die Reduktionskurve aus den Zweigproben. Originaldaten fein voll, ausgeglichene Daten gestrichelt, wahrscheinliche Kurven voll stark ausgezogen. Oben 1930, unten 1931.

Wetterentwicklung. Dagegen können auch die im betreffenden Jahre tatsächlich ermittelten Mitteltemperaturen, wie sie in Abb. 13 wiedergegeben sind, keinen Beweis liefern. Die jahrtausendelange Anpassung

wird eine erblich fixierte Entwicklungszeit der einzelnen Stadien zustande gebracht haben. Eine Nachprüfung dieser Annahme unter kontrollierten Umweltbedingungen wäre recht interessant.

Besonders markant tritt der Unterschied der beiden Serien A und B in der Gesamtentwicklungszeit der Raupen hervor. Während bei Außerachtlassung des tatsächlichen Datums eine solche von rund 24 Tagen resultiert, beträgt sie bei gewöhnlicher Tabellierung nahezu das Doppelte, nämlich 48 Tage. Drückt man jedoch die Mittelwerte der Voraussetzung B im tatsächlichen Datum (Kolonne 10) aus, ein Vorgang, welcher bei Freilandstudien dadurch oft gehandhabt wurde, daß man die Kulminationspunkte des Auftretens gewisser Stadien als ausschlaggebend betrachtet, dann resultiert bei Berücksichtigung des mittleren Schlüpftermines vom 6. Juni eine Gesamtentwicklungsdauer von 28 Tagen. Der durch die individuelle Variation verursachte Unterschied beträgt demnach rund 4 Tage. Die große Differenz der Entwicklungsmittelwerte der einzelnen Stadien in den Tabulierungen A und B ist dadurch bedingt, daß die einzelnen Entwicklungsstadien zeitlich nicht aneinandergereiht liegen, sondern ganz wesentlich übergreifen. Graphisch sind diese Verhältnisse in den Abb. 26—28 zum Ausdruck gebracht. Die Differenz der durchschnittlichen Entwicklungsdauer und der Summe der Mittel liefert also ein Maß für das Übergreifen der einzelnen Stadien.

Die unter Voraussetzung A erhaltenen Mittelwerte können, weil vom Zeitpunkte des Beginnes der Häutung in jeder Probe unabhängig, zur Ermittlung der mittleren Gesamtentwicklungszeit einfach summiert werden. Die Variationen innerhalb jedes Stadiums sind wieder durch das Mikroklima und die individuelle Variation bedingt. Die Standardabweichungen und die mittleren Fehler sind, wie zu erwarten war, wesentlich kleiner als unter Voraussetzung B, schwanken aber relativ gleich.

Was die Form der Häufigkeitsverteilungen betrifft, kann auf Grund der vorliegenden Daten kein abschließendes Urteil gefällt werden. Die Ursachen, welche diese Form beeinflussen, sind derart verwickelter Natur, daß es sinnlos wäre, derselben eine Formel unterzuschieben, die bei einem Parallelversuch in einem anderen Jahre oder unter anderen Voraussetzungen nicht passen würde. Die Asymmetrie ist in der größeren Zahl der Fälle positiv, die Ausnahmen können wohl für Fluktuationen, die durch die nicht genügende Zahl von Beobachtungen bedingt sind, gehalten werden. Diese positive Asymmetrie ist biologisch wohl durch die fortschreitende Reduktion und Hemmung der Entwicklung durch Widerstandsfaktoren bedingt.

## Zusammenfassung.

1. Unter Ausschaltung des Datums erhält man eine kürzeste im Jahre 1930 vorgenommene Gesamtraupenentwicklungszeit von rund 24 Tagen.

2. Die durchschnittliche Gesamtentwicklungszeit aller beobachteten Raupen beträgt 28 Tage oder vom 6. Juni bis 4. Juli.
3. Mikroklima, Widerstandsfaktoren aller Art und die genetisch verankerte Variation verlängerten im Jahre 1931 das Raupenleben um rund 4 Tage.
4. Die Länge der einzelnen Raupenstadien nimmt mit zunehmendem Wachstum ab. Laboruntersuchungen zur endgültigen Klärung dieser Frage sind notwendig.
5. Die Standardabweichungen und die mittleren Fehler nehmen mit zunehmendem Wachstum, wohl hauptsächlich infolge der Reduktion der Individuenzahl, zu.
6. Die Asymmetrie aller Häufigkeitsverteilungen ist wahrscheinlich schwach positiv.

*Neodiprion dubiosus.*

Unterlagen: Zuchtproben 1931, Zweigproben 1930, 1931.

Das entscheidende Moment bei Betrachtung dieser und der folgenden Art ist die Tatsache, daß die Eier im Jahre der Raupenentwicklung abgelegt werden, also die Variationsbreite der Eiablage mit berücksichtigt werden muß. Aus diesem Grunde wird der Untersuchung der Zuchtproben unter Ausschaltung des Datums noch größere Bedeutung zukommen.

Betrachtet man die Ergebnisse der Zuchtproben, wie sie in der untenstehenden Tabelle vorgeführt sind, so fällt vor allem auf, daß die Entwicklungszeit des ersten Stadiums am kürzesten ist und die der folgenden Stadien mit zunehmendem Wachstum stetig und unzweideutig zunimmt. Die Summe der Mittel unter Voraussetzung A ergibt eine durchschnittliche kürzeste Entwicklungszeit von genau 33 Tagen. Der

Tabelle 13.

*N. dubiosus*, Statistik des zeitlichen Ablaufes der Raupenentwicklung aus Zuchtproben 1931.

| Stadium | Mittel in Tagen | | Standard-abweichung | | Symmetrie-koeffizient | | Wahrscheinlicher Fehler | | Mittel B nach Datum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| I | 3,55 | 5,09 | 2,074 | 3,141 | + 0,085 | + 0,267 | 0,063 | 0,157 | 3. Juli |
| II | 4,11 | 5,70 | 2,008 | 3,250 | + 0,090 | + 0,186 | 0,059 | 0,157 | 8. Juli |
| III | 4,37 | 5,37 | 2,059 | 3,815 | — 0,006 | + 0,176 | 0,065 | 0,182 | 14. Juli |
| IV | 8,00 | 9,37 | 5,119 | 6,564 | + 0,249 | + 0,381 | 0,138 | 0,288 | 25. Juli |
| V | 6,89 | 16,40 | 3,977 | 12,626 | + 0,258 | + 0,134 | 0,186 | 0,483 | 5. August |
| Pronymphe | 6,08 | 12,82 | 2,788 | 6,234 | — 0,098 | — 0,088 | 0,265 | 0,432 | 7. August |
| Summe | 33,00 | 54,75 | Mittel der Schlüpfperiode 30. Juni; Durchschnittliche Entwicklungszeit 39 Tage | | | | | | |

Unterschied in der durchschnittlichen Entwicklungsdauer (kürzesten) gegenüber *N. nanulus* steht hier außer Frage. Die korrespondierenden Zahlen unter Voraussetzung B sollten, wie zu erwarten wäre, viel größer

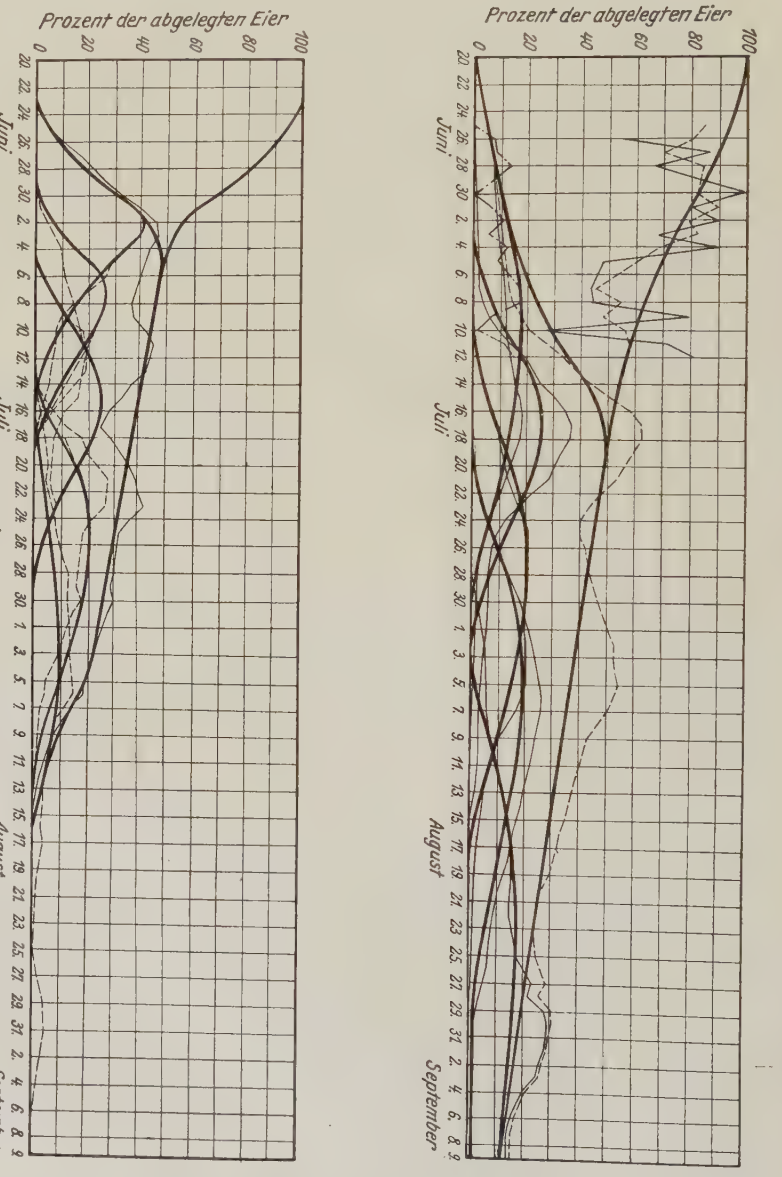



Abb. 30. *Neodiprion dubiosus*. Zeitliches Auftreten der Afterraupen und die Reduktionskurve aus den Zweigproben. Originaldaten fein voll, ausgeglichene Daten gestrichelt, wahrscheinliche Kurven voll stark ausgezogen. Oben 1930, unten 1931.

sein. Die mittlere Gesamtentwicklungszeit dauerte hier vom 30. Juni bis zum 7. August oder rund 39 Tage. Die Differenz der beiden Serien von 6 Tagen würde in diesem Falle durch folgende Faktoren bedingt sein:

1. Die Variationsbreite der Eiablage.
2. Einflüsse des Mikroklimas auf das Schlüpfen der Eiräupchen und die Raupenentwicklung.
3. Biotische Widerstandsfaktoren.
4. Die der Art eigenen Variationen genetisch-physiologischer Natur.

Die Spannung zwischen den Mittelwerten und der Gesamtentwicklungsdauer beider Serien ist trotz der Abhängigkeit vom zeitlichen Ablauf der Eiablage recht gering. Eine Erklärung hierfür kann nur durch die Tatsache, daß der größere Teil der Proben aus der ersten Hälfte der Eilegeperiode stammen, gefunden werden. Die Variationsbreite der letzteren betrug lediglich 7 Tage, das Mittel lag bei 3,03 Tage, die Standardabweichung $\pm$ 1,860 und der mittlere Fehler $\pm$ 0,120. Wären Eigelege aus der gesamten Eilegeperiode vollkommen gleichmäßig in die Untersuchung einbezogen worden, dann müßte diese Spannung, gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, wesentlich größer gewesen sein. Das Verhalten der Standardabweichungen und der mittleren Fehler entspricht der großen Reduktion der Individuenzahl mit zunehmendem Wachstum. Bezüglich der Asymmetrie und die Form der Häufigkeitsverteilungen wird auf das bei *N. nanulus* Gesagte verwiesen.

Eine Parallele zu den Zuchtproben, insbesondere unter Voraussetzung B, bilden die Ergebnisse der Zweigproben. Von diesen liegen die ausgearbeiteten Daten aus den Jahren 1930 und 1931 vor. Die Übereinstimmung derselben aus dem Jahre 1931, bei unbeeinflußter Entnahme der Proben, mit den Zuchtproben B ist überraschend gut. Die Entwicklungszeit der Gesamtpopulation des biozönotischen Konnexes ist sogar etwas kürzer als die durchschnittliche Entwicklungszeit in den Zuchtproben. Bei Vergleich der beiden Serien muß natürlich in erster Linie berücksichtigt werden, daß bei den Zweigproben die Erfassung der abbauenden Pronymphen nicht möglich war. Deshalb dürfen zum Vergleich die Zahlen nur bis zur Mitte des zeitlichen Ablaufes des fünften Raupenstadiums herangezogen werden. Der durchschnittlichen Entwicklungszeit aus den Zuchtproben Voraussetzung B von 37 Tagen entspricht eine solche von nur 25 Tagen aus den Zweigproben. Verstärkt wird dieses eigenartige Verhalten der beiden Serien noch durch die Größen der Mittel der einzelnen Stadien, der Standardabweichungen und der mittleren Fehler. Die im Durchschnitt kleineren absoluten Mittel (Kolonne 11, Tab. 14) der Zweigproben kommen denen der Zuchtproben unter Voraussetzung A sehr nahe. Die viel größeren Standardabweichungen bei viel größerer Zahl von Beobachtungen, gleiche andere Verhältnisse vorausgesetzt, zwingen zu dem Schluß, daß die erfaßten Variationen bei den Zweigproben wesentlich größer waren als bei den Zuchtproben, eine Tatsache, die ohne weiteres schon rein zahlenmäßig erklärlich ist.

Wodurch ist nun die scheinbare widersinnige Minusdifferenz biologisch bedingt. In erster Linie muß die außerordentlich hohe Parasitierung der Eier, insbesondere jener, welche später abgelegt wurden.

Tabelle 14.

*Neodiprion dubiosus*, Statistik des zeitlichen Ablaufes der Raupenentwicklung aus den Zweigproben 1930 und 1931.

| | Mittel in Tagen | | Standard-abweichungen | | Symmetrie-koeffizient | | Wahrscheinl Fehler | | Mittel nach Datum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| I. | 16,33 | 4,78 | 8,069 | 4,027 | — 0,029 | + 0,381 | 0,663 | 0,202 | 12. Juli | 4. Juli |
| II. | 16,48 | 5,90 | 6,962 | 3,284 | + 0,358 | — 0,234 | 0,502 | 0,220 | 18. Juli | 9. Juli |
| III. | 14,83 | 4,45 | 7,255 | 4,682 | + 0,272 | + 0,298 | 0,536 | 0,361 | 30. Juli | 14. Juli |
| IV. | 16,63 | 6,21 | 8,764 | 4,214 | — 0,577 | + 0,162 | 0,556 | 0,231 | 9. August | 24. Juli |
| V. | 28,65 | 7,21 | 10,490 | 3,870 | — 0,060 | — 0,634 | 0,630 | 0,324 | 25. August | 27. Juli |
| Summa | 92.92 | 28,55 | Schlupfzeit M 1930 = 11. Juli<br>M 1931 = 1. Juli | | | | Durchschnittl. Entwicklungszeit | | 55 Tage | 25 Tage |

verantwortlich gemacht werden. Wohl der allergrößte Teil der Eier, welche nach der Mitte der Eilegeperiode abgelegt worden war, produzierte keine Raupen mehr. Der zeitliche Ablauf der Parasitierung wird noch später eingehend besprochen werden. Ein rechnungsmäßiger Beweis findet sich aber auch hier. Die Standardabweichungen und die mittleren Fehler sind nämlich ihrer Größe nach von jenen aus den Zuchtproben nur unwesentlich verschieden, in manchen Stadien sinken dieselben trotz der viel größeren Zahl von Beobachtungen sogar unter jene der Zuchtproben. Da aber nun bekannt ist, daß die Zweigproben Beobachtungen enthalten, die sich auf die ganze Eilegeperiode gleichmäßig verteilen, aber andererseits die Zuchtproben nur einen anfänglichen Variationsbereich der Eiablage von 7 Tagen umfassen, weisen das Verhalten der Standardabweichungen und mittleren Fehler zwangsläufig darauf hin, daß der größte Teil der Nachkommenschaft aus der zweiten Hälfte der Eilegeperiode vernichtet wurde. Die gemachten Okularbeobachtungen stimmen damit vollkommen überein. Das weitere Verhalten der Standardabweichungen und mittleren Fehler ist durch die weitgehende Reduktion im Raupenstadium, auf welches ebenfalls bei der Besprechung des Widerstandes der Umgebung zurückgekommen wird, erklärlich.

Nun zu den vergleichenden Ergebnissen der beiden Beobachtungsjahre. Im Jahre 1930 erfolgte die Gesamtentwicklung um mehr als die Entwicklungsdauer eines Stadiums später als 1931. Okularbeobachtungen bestätigen dies im vollkommensten Maße. Während im Jahre 1930 größere Mengen von Afterraupen bis in den September hinein allenthalben gefunden werden konnten, waren dieselben im Jahre 1931 bereits Mitte August praktisch verschwunden. Die Addition der Mittel der beiden Jahre ergibt eine Vergleichszahl, welche im Jahre 1930 rund dreimal so groß als im Jahre 1931, die mittlere Gesamtentwicklungs-

dauer betrug 1930 55, im Folgejahr 25 Tage. Entsprechend verhalten sich die anderen statistischen Werte.

Eine Erklärung dieser enormen Unterschiede ist nur durch die allgemeine Wetterlage der beiden Jahre möglich. Rechnerisch wurde auf die Unterschiede der Hauptwetterfaktoren bereits einleitend hingewiesen. Daß die beiden Jahre Extremjahre waren, geht aber auch aus den Aussagen der Bevölkerung hervor. Alte Leute entsinnten sich kaum, jemals einen so trockenen und heißen Sommer erlebt zu haben wie jener des Jahres 1931 gewesen war. Auch die meteorologischen Anstalten in Ottawa und Toronto berichteten einstimmig, daß derartige Extreme für die ganze Provinz Ontario seit Jahrzehnten nicht beobachtet wurden. Ähnliches, wenn auch nicht in diesem ausgesprochenen Maße, gilt für den kühlen, niederschlagsreichen Sommer 1930.

## Zusammenfassung.

1. Die durchschnittliche Gesamtentwicklungszeit betrug im Jahre 1930 einschließlich der Variationen durch das Mikroklima und die individuellen Schwankungen rund 25, im Jahre 1931 55 Tage. Die beiden Werte können als die in der Biotope vorkommenden Extreme betrachtet werden.
2. Die schlechte Wetterlage im Frühjahr 1930 schob die Gesamtentwicklung um rund 8 Tage zu Beginn und 29 Tage zur Zeit des fünften Stadiums hinaus.
3. Die durchschnittliche Entwicklungszeit der Raupenstadien im Jahre 1931, aus den Zweigproben errechnet, war noch etwas kürzer als jene aus den Zuchtproben. Diese Verkürzung kann nur durch die außerordentlich hohe Eiparasitierung und die starke Reduktion im Raupenstadium infolge biotischer Widerstandsfaktoren erklärt werden.
4. Eine teilweise zweite Generation erfolgte auch unter den für die Raupenentwicklung extrem günstigen Sommer 1931 nicht.

Bezüglich der den Häufigkeitsverteilungen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten wurde bereits mehrmals die Unmöglichkeit einer solchen Kurvenberechnung bezw. die im Rahmen dieser Arbeit erscheinende Zwecklosigkeit eines solchen Beginnens betont. Um aber ein ungefähres Bild über die möglichen diesbezüglichen Kurvenformen zu vermitteln, wurden die Originaldaten mit Hilfe des sich bewegenden Mittels ausgeglichen und dann freihändig eine wahrscheinliche Kurve eingezeichnet. Die Ungenauigkeit dieses Verfahrens nochmals betonend, ermöglichen sie, besonders dem angehenden Forscher, dennoch sich ein ideelles Bild des zeitlichen Ablaufes der Entwicklung der einzelnen Stadien zu machen. In den Abb. 29, 30 kommt gleichzeitig die Reduktion der Individuenzahl zum Ausdruck.

Es ist naheliegend, die Zunahme der Entwicklungsdauer der steigenden Raupenstadien mit der allgemeinen Wetterlage in Zusammenhang zu bringen. Die Eiablage ist bei Eintritt der durchschnittlich

wärmsten Zeit der Saison beendet, die Raupenentwicklung findet zuerst noch im Höhepunkt der Sommertemperatur, später aber schon am absteigenden Ast der allgemeinen Wetterlage statt. Noch deutlicher kommen diese Verhältnisse bei der langlebigen Zwillingseiblattwespe zum Ausdruck.

*Neodiprion swainei.*

Unterlagen: Zuchtproben 1931, Zweigproben 1930, 1931.

Das Verhalten dieser Art unterscheidet sich wesentlich von jenem der *N. dubiosus*. In den Ergebnissen der Zuchtproben sind zunächst wieder die mit steigender Häutungszahl wachsenden Mittel und Variationsbreiten der Entwicklungszeiten unter beiden Voraussetzungen (A, B) auffällig. Im selben Maße steigern sich auch die Größen der Standardabweichungen und der mittleren Fehler. Die Asymmetrie der Häufigkeitsverteilungen aller Stadien mit Ausnahme der Vorpuppen ist positiv. Die durchschnittliche Gesamtentwicklungsdauer der Raupen, die Summe der einzelnen Stadien der Voraussetzung A und jener der Voraussetzung B bei Verwendung des Datums als Berechnungsgrundlage, ist praktisch gleich. Das Übergreifen der einzelnen Raupenstadien beträgt insgesamt 19 Tage. Die Gründe für alle bisher besprochenen Größen wurden bereits früher erörtert.

Den beiden anderen Blattwespenarten gegenübergestellt, muß die Länge der durchschnittlichen Gesamtentwicklungszeit auffallen. Im selben Jahre betrug sie für *N. nanulus* 28, für *N. dubiosus* 39 und für *N. swainei* 58 Tage. Die kürzeste durchschnittliche Entwicklungszeit ergab für dieselbe Reihenfolge 22, 33 und 58 Tage.[1])

Die Zweigproben des Jahres 1931 bestätigen im allgemeinen die Ergebnisse der Zuchtproben. Die Variationsbreiten und die Mittel stimmen dem Datum nach ziemlich gut überein. Die Zuchtproben repräsentieren deshalb Verhältnisse, wie sie Individuen aus ungefähr der Mitte der Eilegeperiode eigen sind. Die größeren Standardabweichungen und mittleren Fehler sind durch die größere Anzahl der Individuen und die größere Variationsbreite der Zweigproben bedingt und erklärlich. Wie auch bei den anderen Arten, kann man die Beobachtung machen, daß kleine, scheinbar widersinnige Unregelmäßigkeiten in den statistischen Werten der Zuchtproben wie z. B. die außerordentliche Länge des zweiten Stadiums (Voraussetzung A) verschwinden, wenn man sich auf größeres Zahlenmaterial stützt. Die Entwicklungsdauer des gesamten Raupenlebens bis zur Mitte der Häufigkeitsverteilungen des fünften Stadiums beträgt 52 Tage, unter Zugrundelegung der Zweigproben und 53 Tage bei Verwendung der Daten aus den Zuchtproben. Dies zwingt zur Annahme, daß die Mortalität während des Raupenlebens in beiden Serien ungefähr gleich war, eine Tatsache, die sich auch bestätigt findet.

---

[1]) Das Vorkommen der Zahl der Raupenstadien ist in der Ztschr. angew. Ent. 1933, XX, S. 414—449 ausführlich besprochen.

Tabelle 15.

*Neodiprion swainei*, Statistik des zeitlichen Ablaufes der Raupenstadien aus den Zuchtproben 1931.

| | Mittel in Tagen | | Standard-abweichungen | | Symmetrie-koeffizient | | Wahrscheinl. Fehler | | Mittel nach Datum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 9 | 10 | 11 | 10 |
| I. | 3,03 | 5,41 | 1,914 | 2,052 | + 0,011 | + 0.345 | 0,061 | 0,066 | 12. Juli |
| II. | 5,32 | 5,92 | 3,545 | 3,456 | + 0,156 | + 0,151 | 0,099 | 0,098 | 17. Juli |
| III. | 3,97 | 5,20 | 2,657 | 2,593 | + 0,206 | + 0,127 | 0,080 | 0,078 | 23. Juli |
| IV. | 7,93 | 8,86 | 3,851 | 5,261 | + 0,511 | + 0,165 | 0,098 | 0,133 | 3. August |
| V. | 13,22 | 14,80 | 8,470 | 8,039 | + 0,354 | + 0,274 | 0,286 | 0,254 | 18. August |
| VI. | 9,33 | 16,40 | 6,130 | 8,718 | + 0,288 | + 0,091 | 0,296 | 0,421 | 31. August |
| Pronymphe | 13,77 | 18,56 | 5.897 | 6.924 | — 0,171 | — 0.255 | 0.317 | 0,409 | 5. September |
| Summa | 56,57 | 75.15 | Mittel des Schlüpfens = 9. Juli, | | | | Durchschnittliche Entwicklungszeit | | 58 Tage |

Zum Schluß sind noch die Zweigproben des Jahres 1930 zu vergleichen. Faßt man als das ausschlaggebendste Merkmal die durchschnittliche Entwicklungszeit des gesamten Raupenlebens ins Auge, so ist man versucht, die Ergebnisse der beiden Versuchsjahre in Anbetracht der Unterschiede in bezug auf die allgemeine Wetterlage als widersinnig zu bezeichnen. Bei näherer Prüfung der Unterlagen und bei Rekapitulierung des Abschnittes über die angewandte Methodik klärt sich dieser Widerspruch restlos auf. Daß die durchschnittliche Gesamtentwicklungsdauer im Jahre 1930 wesentlich länger gewesen sein muß als im Folgejahre, steht außer Zweifel. Der Vergleich der Längen der einzelnen Raupenstadien der beiden Jahre ergibt während der Periode, in welchen die Wetterextreme stattgefunden haben, das ist während der ersten vier Raupenstadien, für das Jahr 1930 weit größere Werte als für 1931. Widersprechend sind lediglich die Ergebnisse der beiden letzten Raupenstadien. Warum aber die Ergebnisse dieser für das Jahr 1930 nicht ohne weiteres zum Vergleich herangezogen werden dürfen, wurde bereits anderswo mitgeteilt. Wiederholend sei gesagt: Einmal bestand im Jahre 1930 noch die Schwierigkeit der einwandfreien Trennung der beiden letzten Stadien in morphologischer Beziehung. Diese Tatsache wurde bei der Besprechung der Kopfkapselbreiten erwähnt und außerdem gezeigt, welchen störenden Einfluß sie auf den Vergleich der statistischen Werte der einzelnen Stadien hatte. Daß dieser Einfluß auch bei der hier in Frage stehenden Kalkulation zum Ausdruck kommen muß, ist selbstverständlich, denn die ganze Studie baut sich auf die richtige Erfassung der einzelnen Raupenstadien auf. Der zweite Hauptgrund, warum die Daten der Zweigproben am Schlusse der Entwicklungszeit im Jahre 1930 unzuverlässig sind, liegt in der allgemeinen, in diesem Jahre geübten Methodik des Probesammelns. Mit fortschreitender Ent-

Tabelle 16.

*Neodiprion swainei*, Statistik des zeitlichen Ablaufes der Raupenstadien aus den Zweigproben 1930 und 1931.

| | Mittel in Tagen | | Standard-abweichungen | | Symmetrie-koeffizient | | Wahrscheinl. Fehler | | Mittel nach Datum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 | 1930 | 1931 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| I. | 8,81 | 7,66 | 3,826 | 4,923 | + 0,328 | + 0.015 | 0,163 | 0,205 | 24. Juli | 13. Juli |
| II. | 13,47 | 5,82 | 7,125 | 4,177 | + 0,510 | + 0,119 | 0,298 | 0,205 | 3. August | 20. Juli |
| III. | 15,85 | 11,76 | 6,624 | 6,743 | — 0,126 | + 0,230 | 0,301 | 0,333 | 8. August | 29. Juli |
| IV. | 17,49 | 13,97 | 5,783 | 6,193 | + 0,025 | + 0,240 | 0,241 | 0,271 | 16. August | 8. August |
| V. | 19,05 | 21,39 | 7,849 | 9,083 | — 0,551 | — 0,176 | 0,324 | 0,353 | 31. August | 20. August |
| VI. | 11,18 | 27,10 | 5,692 | 12,660 | + 0,061 | + 0,204 | 0,268 | 0,536 | 5. Septbr. | 2. Septbr. |
| Summa | 85,85 | 87,70 | | | | Mittel des Schlüpfens | | | 23. Juli | 18. Juli |
| | | | | | | Durchschnittl. Entwicklungszeit | | | 44 Tage | 52 Tage |

wicklung steigerte sich die Schwierigkeit, für den Stichtag repräsentative Proben auszuwählen, ein Umstand, der im Folgejahr durch die Vorausmarkierung der Proben ausgeschaltet wurde.

Um dem Vorwurf zu entgehen, warum nicht auch die Ergebnisse der Zweigproben von *N. dubiosus* diese Unsicherheit des Endes der Raupenentwicklung besessen haben, soll folgendes mitgeteilt sein: Die Bevölkerungsdichte von *N. dubiosus* war auch im Jahre 1930 wesentlich geringer als je von *N. swainei*. Gegen Ende der Saison war in der in Frage stehenden Kronenschicht kaum die nötige Anzahl von Proben zu finden, oder mit anderen Worten, die gesamte Bevölkerung in Brusthöhen der Kronen war im Laufe der Untersuchungen gesammelt worden. Mit abnehmender Populationsdichte war man genötigt, immer aufmerksamer nach Proben zu suchen und deshalb ist anzunehmen, daß geeignete und weniger geeignete Proben im besseren Verhältnis der Untersuchung zugeführt wurden.

## Zusammenfassung.

1. Gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, ist die Entwicklungszeit von *N. swainei* länger als jene der beiden anderen Arten.
2. Die durchschnittliche Gesamtentwicklungszeit der ganzen Population betrug im Jahre 1931 unter besonders günstigen Witterungsbedingungen 52 Tage. Die aus den Zweigproben resultierenden Entwicklungszeiten der beiden Jahre können wegen der Unsicherheit der Trennung der beiden letzten Stadien im Jahre 1930 nicht verglichen werden. Der bedachtslose Vergleich müßte zu dem Schlusse führen, daß die Gesamtentwicklungsdauer im Jahre 1930 kürzer als im Folgejahr gewesen ist. Bei der Gegenüberstellung der ersten vier Raupentadien, für welche die Unterschiede in der

Wetterlage ausschlaggebend waren, kehrt sich das Verhältnis um und entspricht den Erwartungen.

3. Im Jahre 1930 erfolgte die Gesamtentwicklung um etwa zwei Wochen später als im Folgejahr.
4. Die im Freiland mögliche kürzeste Gesamtentwicklungsdauer der Raupen dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach noch unter den im Jahre 1931 gefundenen Werten liegen.
6. Bezüglich der Form der Häufigkeitsverteilungen gilt das bereits früher Gesagte.

Damit soll der Abschnitt über die Länge der Raupenentwicklung geschlossen werden. Die Länge der Ausführungen wird wohl dadurch entschuldigt werden können, als dieselben nicht Bedeutung für das vorliegende Problem, sondern wohl auch als ein Schulbeispiel für ähnliche Untersuchungen gelten können und außerdem eine Reihe wichtiger möglicher Fehlerquellen aufzeigen.

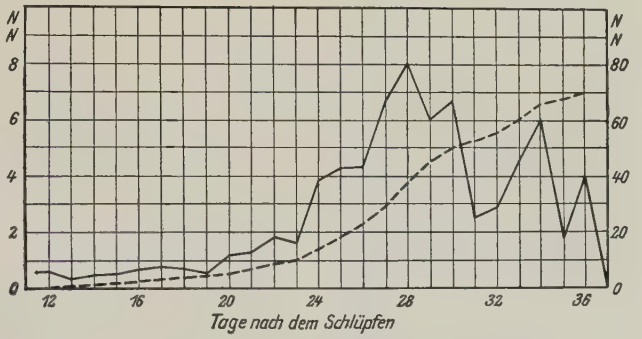



Abb. 31. *Neodiprion dubiosus.* Fraßmenge der Summe aller Zuchtproben 1931. ———, Volle Linie: durchschnittliche tägliche Fraßmenge je Raupe, — • — • —, akkumilative Fraßmenge je Raupe.

**Die Fraßmenge je Raupe.**

Bezüglich der Fraßmenge liegen Unterlagen aus allen Zweig- und Zuchtproben vor. Lediglich Mangel an Zeit verhindern mich, diese überaus interessanten und praktisch wichtigen Daten zur Gänze hier mitzuteilen. Ich beschränke mich deshalb vorderhand auf die Ergebnisse der Zuchtproben.

Die Ausarbeitung erfolgte auf zweierlei Weise. Einmal wurden die Fraßmengen für jeden Tag nach dem Schlüpfen der Eiräupchen und dann auch für die einzelnen Tage der fortschreitenden Saison errechnet. Der tägliche Fraß, die Fraßmenge, wurde in Millimeter Nadellänge ohne Rücksicht auf die sonstige Beschaffenheit der Nadeln ausgedrückt. In den ersten Tagen nach dem Schlüpfen ist, wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, die Erhebung der Fraßmenge nicht ohne erhebliche Störungen der kleinen Räupchen möglich. Aus diesem Grunde wurde die Fraßmenge je Tag während der ersten Lebenswochen lediglich geschätzt. Von ungefähr dem zehnten Lebenstag an ist die Feststellung der Fraßmenge ohne Schwierigkeiten möglich.

Da man sich unter der Fraßmenge, welche in laufenden Millimetern ausgedrückt wird, keine gute Vorstellung über die Größe des Fraßes

machen kann, wurde dieselbe auf sogenannte Normalnadeln reduziert. Unter einer Normalnadel wird eine solche von 25 mm Länge verstanden. Für das in Frage stehende Gebiet bedeutet aber eine Nadel von 25 mm Länge nahezu die Durchschnittslänge der Nadeln überhaupt, wodurch die Bedeutung der Fraßmenge in Normalnadeln noch leichter verständlich wird.

Abb. 32. *Neodiprion dubiosus*. Fraß einer Familie.

Aus den Ergebnissen ist vor allem die Tatsache interessant, daß zur vollen Entwicklung jeder der in Frage stehenden Arten, welche so verschiedene Entwicklungsdauer haben, ungefähr dieselbe Fraßmenge benötigt wird. Mit anderen Worten, die mittlere, zur vollen Entwicklung notwendige Fraßmenge ist in allen drei Arten ungefähr gleich. Ganz anders verhalten sich die Minimal- und Maximalfraßmengen für die normale Entwicklung. Die Minimalfraßmenge steigt in dem Maße, als die Entwicklungsdauer der Arten zunimmt, bei *N. nanulus* beträgt sie 14,18, bei *N. dubiosus* 19,86 und bei *N. swainei* 24,21 Normalnadeln. Die Maximalfraßmengen je Raupe der drei in Frage stehenden Arten verhält sich umgekehrt. Die raschwüchsigste Art *N. nanulus* verbrauchte im höchsten Falle 79,63, die etwas länger zu ihrer Entwicklung brauchende *N. dubiosus* 58,77 und die ausgesprochen langsamwüchsige *N. swainei* nur 50,47 Normalnadeln.

Die in der Tabelle enthaltenen Zahlen stellen natürlich Mittelwerte aus allen Zuchtproben einer Art dar.

Um auch einen Anhaltspunkt für die Zahl der Nadeln je Kiefer zu erhalten, wurde eine Zählung an einem für die Biotope charakteristischen Stamm vorgenommen. Die Kiefer stammte aus einem geschlossenen Bestand, Stangenholz, war 27 Jahre alt und hatte folgende Abmessungen: Brusthöhendurchmesser 15 cm, Gesamthöhe 14,4 m, Stammhöhe bis zum Kronenansatz 9,5 m, Kronenlänge 4,9 m. Die Gesamtnadelmenge in Normalnadeln ausgedrückt, betrug 340,928 Stück, im Gewicht der frischen Nadeln 5,097 kg. Von der gesamten Nadelmenge wurden 75,046 Stück tatsächlich gezählt, gemessen und gewogen, sowie auf Normalnadeln umgerechnet. Der Rest wurde lediglich gewogen und auf Grund der ersten Zahlen auf Normalnadeln reduziert.

Auf Grund dieser Zahlen ließe sich jetzt errechnen, wie viele gesunde Kokons je Quadratmeter zu Beginn der Saison voraussichtlich

Tabelle 17.

Fraßmengen der drei Arten je Raupe aus den Zuchtproben 1931.

| Lebenstag | *N. nanulus* | | *N. dubiosus* | | *N. swainei* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | je Tag | akkumulativ | je Tag | akkumulativ | je Tag | akkumulativ |
| 12 | 0,66 | 0,66 | 0,22 | 2,17 | 0,20 | 1,46 |
| 16 | 0,66 | 2,66 | 0,51 | 3,86 | 0,21 | 2,30 |
| 20 | 1,16 | 5,77 | 1,37 | 8,55 | 0,47 | 3,55 |
| 24 | 3,81 | 14,18 | 1,47 | 14,27 | 0,40 | 5,48 |
| 28 | 8,05 | 37,49 | 1,71 | 19,86 | 0,82 | 7,84 |
| 32 | 2.81 | 55,38 | 0,91 | 25,66 | 0,80 | 11,80 |
| 36 | 4,00 | 71,63 | 0,95 | 29,94 | 0,78 | 14,89 |
| 40 | | | 0,94 | 34,78 | 1,56 | 20,89 |
| 44 | | | 0,94 | 39,61 | 0,78 | 24,99 |
| 48 | | | 0,84 | 43,79 | 1,05 | 29,46 |
| 52 | | | 0,96 | 47,36 | 0,96 | 34,26 |
| Maximum je Tag | 8,05 | | 2,17 | | 1,76 | |
| Im ganzen | | 79,63 | | 58,77 | | 50,47 |
| Minimum im ganzen | | 14,08 | | 19,86 | | 24,21 |
| Mittel | | 37,49 | | 33,84 | | 39,60 |

einen vollständigen Kahlfraß verursachen könnten. Für *N. swainei* würde die Kalkulation ungefähr folgende sein:

Durchschnittliche Fraßmenge je Raupe . . 40 Normalnadeln.

Zahl der zur vollen Entwicklung gelangenden Raupen, welche den Kahlfraß je Stamm bedingen könnten . . . . . 8523 Stück.

Bei einer durchschnittlichen Zahl der Nachkommen je Weibchen von 80 entspräche dies . . . . . 106 Eigelegen oder Weibchen.

In Wirklichkeit gelangen aber nur 20 % aller abgelegten Eier zur vollen Entwicklung. Die Zahl der Eigelege erhöht sich demnach auf . . . . . 191 je Stamm.

Bei angenommen rund 1000 Stämmen je Hektar und einem Geschlechtsverhältnis von 1 : 1 wären für den Kahlfraß je Hektar . . . . . 382 000 gesunde Kokons notwendig.

Dies entspräche einer Zahl von gesunden Kokons zu Beginn der Saison von . . . 38,2 Stück je Quadratmeter oder 3,5 Stück je Quadratfuß.

Es ist selbstverständlich, daß eine diesbezügliche praktisch verwertbare Prognose auf viel breiterer Basis aufgebaut werden müßte, dennoch ist aber schon jetzt die Möglichkeit geboten, wenigstens für die Altersklasse 20—40 Jahre ein ungefähres Bild von den Verhältnissen zu gewinnen. In der Zukunft wird es eine der vorwiegendsten Aufgaben der Forstentomologen sein müssen, für den praktischen Forstmann Prognosetabellen auszuarbeiten, welche es ihm möglich machen, innerhalb gewisser Grenzen zu entscheiden, ob Bekämpfungsaktionen eingeleitet werden müssen oder nicht. Die für die Prognose selbst nötigen Unterlagen können in vielen Fällen durch einfaches Probesammeln beigeschafft werden.

## Die Vorpuppe.

Nach allgemeiner Ansicht ist den Arten der Gattung *Lophyrus* eine Hyper- bezw. Polymetabolie eigen. Dasselbe trifft auf die Gattung *Neodiprion* zu. Wie schon E s c h e r i c h in seinen Forstinsekten vorgeschlagen hat, wäre es zweckmäßiger den Namen Hypermetabolie, wenn ein solcher überhaupt gewünscht wird, für die eigenartige Entwicklungsweise der Meloiden zu gebrauchen und alle anderen Komplikationen der Holometabolie mit der B ö r n e r 'schen Bezeichnung Polymetabolie zu belegen.

Nach der Erreichung der Vollwüchsigkeit häutet sich die tertiäre Afterraupe, sucht einen geeigneten Verpuppungsort auf, verspinnt sich ohne jegliche weitere Nahrungsaufnahme und häutet sich innerhalb des Kokons vor der eigentlichen Verpuppung nochmals. Je nachdem, ob man die Häutung oder die Tatsache des langen Ruhestadiums als das Hauptkriterium eines eingeschobenen Stadiums betrachtet, könnte man jenes als Schein- oder Vorpuppe bezeichnen. Im vorliegenden Falle soll der letztere Ausdruck Verwendung finden.

Die äußere Form der Vorpuppe ähnelt jener der Afterraupe. Der Körper ist aber scheinbar kleiner und gedrungener, die Fortbewegung erfolgt viel langsamer und ungeschickter und die lebhafte Färbung der Raupe macht in allen drei in Frage stehenden Arten einem schmutzigen Olivgrün Platz. Die Chitinisierung der neuen Epidermis erfolgt in viel geringerem Maße als in den Raupenstadien. Insbesondere trifft dies für die Mundwerkzeuge und die Brustfüße zu. Die vier dunklen Längsstreifen der Afterraupen sind verschwommen angedeutet. Eine Unterscheidung der Vorpuppen der einzelnen Arten ist bisher nicht geglückt.

### Das Abbaumen.

Die große Mortalität während der Raupenentwicklung brachte es mit sich, daß die quantitativen Daten der Zucht und Zweigproben mit fortschreitender Entwicklung immer unzuverlässiger werden mußten. Um diesem Übelstande abzuhelfen und gerade das Ende der Afterraupenentwicklung und das Abbaumen vom Brutbaum genauestens festzuhalten,

wurde eine weitere Versuchsserie eingelegt. Das Gelingen derselben vorausgesetzt, schien die Möglichkeit zu geben, eine Reihe höchst wichtiger Fragen lösen zu können. Einige derselben mögen hier genannt sein:

1. Der zeitliche Ablauf des Abbaumens der Vorpuppen und verpuppungsreifen Afterraupen.
2. Der eventuelle Zusammenhang zwischen Gesundheitszustand und Zeitpunkt des Abbaumens.
3. Der Einfluß der Witterung auf das Abbaumen.
4. Die Frage ob auch gesunde, vollwüchsige Afterraupen abbaumen und die letzte Häutung in der Bodenstreu vollziehen können.
5. Die Reduktion der letzten Stadien durch Parasiten, Räuber und Krankheiten.

Versuchsanstellung. Isolierte Äste, welche von keinem höher gelegenen Kronenteil überschirmt waren und welche bereits eine oder mehrere Raupenfamilien beherbergten, wurden in den verschiedenen mikroklimatischen Lagen ausgewählt und bezeichnet. Dabei wurde darauf Rücksicht genommen, daß am Aste für die weitere Entwicklung genügend Futter vorhanden war. In allen Fällen wurde die Raupenpopulation noch künstlich vermehrt. Zu diesem Zwecke wurden raupenbesetzte Zweiglein an den Probeast festgebunden. Sobald sich Symptome des Welkens der Nadeln bemerkbar machten, wanderten dann die Afterraupen von selbst auf den Probeast über. Unter diese Probeäste wurden Auffangtücher, ähnlich wie bei den Zuchtproben, angebracht. Um den herabfallenden Tieren Gelegenheit zu bieten sich zu verspinnen, enthielt jedes Auffangtuch in der Mitte eine Lage Holzwolle, welche mit einem Stein beschwert war. Täglich und immer um dieselbe Stunde wurden diese Probetücher genauestens abgesucht und das Material gesammelt. Die Analyse umfaßte: Stadium, alle Kopfkapseln wurden gemessen und Gesundheitszustand. Dabei wurde unterschieden: vollkommen gesunde Individuen ohne Zeichen stattgehabter Parasitierung. Erfolglose Parasitierung; die Parasitenlarve oder das Ei kann, wenn auch tot, in der weitaus größten Zahl der Fälle leicht erkannt werden. Mehr darüber wird in dem Abschnitt über den Widerstand der Umgebung gesagt werden. Erfolgreiche Parasitierung. Hier wurden lediglich zwischen Tachinen und Schlupfwespen unterschieden. Da die Schlupfwespen zahlenmäßig weit zurücktreten, wurden sie nicht weiter unterteilt. Anders bei den Dipteren. Es wurde unterschieden: Parasiteneier vorhanden und wie viele; Parasitenlarven, Zahl, Gesundheitszustand und Kombinationen des Koparasitismus.

Obwohl von allen drei Arten diesbezügliche Unterlagen vorliegen, erlaubte es meine Zeit nicht, alle durchzuarbeiten. Die folgenden Angaben, welche sich der Hauptsache nach auf *N. swainei* beziehen, mögen als Beispiel genügen!

### Gewohnheiten beim Abbaumen.

Nach der Erreichung einer gewissen Vollwüchsigkeit läßt die Freßlust merklich nach und Intervalle von 24 Stunden und länger werden nicht selten eingeschoben. Dies gilt für *N. swainei* und *N. dubiosus*, aber nicht für die raschwüchsige *N. nanulus*. Treffen gewisse Voraussetzungen zu, dann schreitet die Raupe zur letzten freien Häutung. Dieselbe kann sowohl am Brutbaum als auch in der Bodenstreu erfolgen. Diesbezüglich sollen einige Zahlen das Verhalten charakterisieren. Bei einer Gesamtzahl von 1167 Individuen von *N. swainei* (1931) häuteten sich 36,6 % der Individuen am Brutbaum und baumten als Vorpuppen ab; 23,4 % verließen den Fraßbaum als Sechshäuter und 11,8 % als vollwüchsige Fünfhäuter. Von den abgebaumten Vorpuppen waren alle, von den Sechshäutern 86,0 % und von den Fünfhäutern 74,7 % so weit gesund, daß mit ihrer normalen Verspinnung gerechnet werden konnte. Am Stichtag, 30. September 1931, waren noch 28,0 % der Gesamtpopulation auf den Zweigen. Davon befanden sich 1,4 % im Vorpuppenstadium, der Rest in den beiden letzten Raupenstadien. Die große Zahl der abgebaumten gesunden Afterraupen muß den Schluß rechtfertigen, daß diese sich auch in der Bodenstreu normal häuten können. Dies wurde auch noch experimentell nachgewiesen. Eine wesentlich andere Frage wäre allerdings, wollte man nach dem Prozentsatz der erfolgreichen Häutungen unter den beiden Bedingungen fragen. Doch das gehört in ein anderes Kapitel und außerdem wurde dieser Frage im Rahmen dieser Arbeit keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt.

Eine weitere wesentliche Frage ist die, wie lange die Vorpuppe, welche durch ihre beschränkte Beweglichkeit den Angriffen der natürlichen Feinde in besonders hohem Grade ausgesetzt ist, in diesem schutzlosen Zustand verharrt, ehe sie zum Verspinnen schreitet. Anläßlich der Überprüfung der Zuchtproben wurde wiederholt und bei allen drei Blattwespen die Beobachtung gemacht, daß die Vorpuppen, sofern sie die letzte Häutung am Fraßbaume durchmachten, in längstens 24 Stunden abbaumten und die Kokons spannen. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß gelegentlich Individuen beobachtet werden konnten, welche sich oft mehre Tage hindurch als Vorpuppen am Fraßzweig aufhielten. Solche Individuen erwiesen sich immer als mehrfach parasitiert, verendeten oft noch am Zweig, oder wenn sie abbaumten, waren sie in einem solch kränkelnden Zustand, daß sie schwerlich die Verspinnung um ein Vieles überlebten. Zur Ergänzung dieser Okularbeobachtungen wurde im Jahre 1930 noch ein kleiner spezieller Versuch mit Vorpuppen von *N. swainei* angestellt. Eine vollständige Übereinstimmung mit den oben genannten Tatsachen war das Ergebnis. Weiter brachte dieser Versuch die Vermutung nahe, daß das Abbaumen in der Hauptsache während der Tagesstunden vollzogen wird.

Die abgebaumte Vorpuppe kann bis zu einige Meter entfernte, günstige Überwinterungsplätze aufsuchen. Das Verspinnen selbst er-

folgt nahezu ausnahmslos in der Bodenstreu. In nur zwei Fällen konnten Kokons von *N. nanulus* am Fraßzweige gefunden werden. Diese beiden Kokons ergaben später normale Imagines. Trotz großer Anstrengungen ist es leider, wohl infolge der geringen Populationsdichte, nicht gelungen, Gesetzmäßigkeiten bezüglich der Wahl des Verspinnungsortes festzustellen. Aus diesem Grunde sind die folgenden Ausführungen lediglich als Okularschätzungen zu werten. Im geschlossenen Bestande mit entsprechender Nadelstreu finden sich die Kokons ausnahmslos und gleichmäßig verteilt in der oberen, lose gelagerten Streuschicht. Die tieferen Streulagen, welche schon mehr oder weniger verfilzt, brüchig und verwest sind, zeigen in der Regel gar keinen Kokonbelag. Ganz anders liegen die Verhältnisse im steinigen Terrain mit nur stellenweisem Streubelag oder fleckenweiser Vegetationsdecke. Hier konzentriert sich der Kokonbelag auf die trockeneren tieferen Streuflecken. Dies tritt insbesondere an den kleinen Felseneilanden der überall felsigen Seeufer und an Bestandesrändern hervor. Ist keine Streudecke vorhanden, dann schreiten die Vorpuppen auch unter Moos und in der toten Pflanzendecke zur Verspinnung.

## Zeitlicher Ablauf des Abbaumens.

Der zeitliche Ablauf des Abbaumens soll von zwei Gesichtspunkten aus betrachtet werden. Einmal wird die Statistik der Häufigkeitsverteilung als solche zu besprechen sein und zweitens muß die Frage untersucht werden, inwiefern der Verlauf des Abbaumens durch äußere Umstände, Widerstände beeinflußt wird. In diesem Abschnitt kommt nur der erstgenannte Fragenkomplex zur Besprechung, die Beeinflussung des Abbaumens durch äußere Faktoren wird im Abschnitt über den Widerstand der Umgebung zu behandeln sein.

Ganz allgemein gesprochen, baumen die Individuen von *N. swainei* in der Zeit von Mitte August bis Mitte Oktober ab. Die Variationsbreite ist äußerst groß bezw. ist dieselbe wesentlich länger als jene der Eiablage. Die Gründe für diese Erscheinung müssen in entwicklungshemmenden Faktoren gesucht werden. Wie bereits erwähnt, kommt das Abbaumen in drei verschiedenen, also nicht unmittelbar vergleichbaren Stadien vor. Wie zu erwarten war, baumen die fünfhäutigen Afterraupen und die sich daraus entwickelnden Vorpuppen zuerst ab. Eine Trennung der abbaumenden Vorpuppen in solche, welche sich aus Fünfhäutern und Sechshäutern entwickelten, war mangels an entsprechenden morphologischen Unterscheidungsmerkmalen nicht möglich. Dies hätte theoretisch zur Folge, daß die Häufigkeitsverteilung der abbaumenden Vorpuppen etwas später als diese der Fünfhäuter und früher als jene der Sechshäuter, also ungefähr in der Mitte der beiden liegen müßte. Theoretisch wäre dann auch noch die Frage offen, ob die beiden Komponenten, aus welchen sich die Häufigkeitsverteilung der beiden abbaumenden Vorpuppen zusammensetzt, gleichwertig sind oder nicht. Unter den Annahmen, daß die beiden Afterraupenstadien im

gleichen Verhältnis auftreten und die Fünfhäuter eine etwas kürzere Entwicklungszeit besitzen, diese müßte aber keinesfalls mit der Entwicklungszeit der ersten fünf Stadien der Sechshäuter zusammenfallen, sondern würde wahrscheinlich in der Mitte zwischen dieser und jener der normalen Sechshäuter zu liegen kommen, könnte folgendes erwartet werden: Durch die längere Entwicklungszeit der Sechshäuter sind diese den reduzierenden Faktoren wie Wetterunbilden, Räuber und insbesondere den Angriffen von *Spathimeigenia aurifrons* Curr. weit mehr ausgesetzt. Die Sechshäuter müßten eine verhältnismäßig größere Mortalität aufweisen und dadurch müßte die Häufigkeitsverteilung des Abbaumens der Vorpuppen sich mehr der Häufigkeitsverteilung der Fünfhäuter nähern. Ist aber das Massenverhältnis der beiden vollwüchsigen Afterraupenstadien noch zugunsten der Sechshäuter verschoben, dann muß sich die Annäherung der Häufigkeitsverteilung des Abbaumens der Vorpuppen zu jener der fünfhäutigen Afterraupen in noch verstärktem Maße auswirken. Inwiefern sich diese theoretischen Erwartungen in den tatsächlichen Versuchsergebnissen bestätigen werden, wird Sache der folgenden Ausführungen sein.

Bei der Besprechung der Raupenstadien wurde gezeigt, wie bei den Arten *N. swainei* und *N. dubiosus* die Länge der Raupenstadien mit steigender Zahl der Häutungen zunimmt. Aus diesem Grunde wurde für die zeitliche Variationsbreite des Abbaumens der Aufterraupen und Vorpuppen ein Zeitraum erwartet, welcher wenigstens der Länge des letzten Raupenstadiums entspricht. Die sogenannten Abbaumproben wurden deshalb von langer Hand vorbereitet und die Beobachtungen vom 21. August bis 30. September systematisch durchgeführt. Beim Abbruch des Versuches, welcher aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus durchgeführt wurde, befanden sich noch insgesamt 28 % der Population noch am Fraßbaum. Ähnliche Verhältnisse wurden im Jahre 1930 beobachtet. Auch am 14. Oktober 1930 hatten nicht alle Individuen die Winterquartiere bezogen. Nach Aussagen des Forstpersonals wurden vereinzelt noch Raupen Mitte November gefunden. Die äußerst hohe Parasitierung weist aber darauf hin, daß solche Individuen nahezu ausnahmslos dem Tode geweiht sind. Einen Beweis hierfür mag die folgende Tabelle liefern.

Tabelle 18.

Parasitierung und Gesundheitszustand der bis zum 30. September 1931 abgebaumten und noch am Baume verbliebenen Individuen von *N. swainei*.

| | Summe Stück | Vorpuppen in Prozent | | | | | Afterraupen in Prozent | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | gesund | parasitiert | | | tot | gesund | parasitiert | | | tot |
| | | | a | b | c | | | a | b | c | |
| Abgebaumt . | 836 | 10,2 | 35,9 | 1,6 | 3,3 | — | 3,2 | 25,7 | 5,8 | 5,6 | 8,7 |
| Verblieben . | 325 | 0,3 | 1,8 | 1,8 | 0,9 | — | 0,3 | 25,3 | 17,3 | 52,0 | 0,2 |

a = erfolglos parasitiert. b = erfolglos parasitiert, aber mit Eiern von *Spathimeigenia aurifrons* belegt. c = erfolgreich parasitiert, meist *S. aurifrons*.

Von den abgebaumten Individuen waren 51,0 % Vorpuppen, 49,0 % Afterraupen. Von den verbleibenden Individuen waren nur 4,8 % Vorpuppen und 92,2 % Afterraupen. Außerdem waren von diesen bis auf 0,6 % bereits alle einmal parasitiert gewesen, von den abgebaumten Individuen sind aber immerhin 13,4 % jeder Parasitierung entgangen. Noch krasser tritt der Unterschied der beiden Serien hervor, wenn man die erfolgreiche Parasitierung in Betracht zieht. Von den nicht abgebaumten Individuen waren nicht weniger als 52,9 % erfolgreich und 7,4 % einmal erfolglos parasitiert und neuerdings mit Eiern von *S. aurifrons* belegt gewesen. Die korrespondierenden Ziffern der abgebaumten Individuen betrugen aber nur 8,9 bezw. 19,1 %. Der verhältnismäßig hohe Prozentsatz der einmal erfolglos parasitierten Individuen, welche aber neuerdings mit Eiern belegt waren, ist bei den abgebaumten Vorpuppen und Afterraupen leicht verständlich.

Durch diese Abbaumproben konnte auch die Reduktion der Population im allgemeinen, sofern sie nicht durch Vögel und Räuber verursacht war, erfaßt werden. Die Ergebnisse sind mit jenen aus den Zuchtproben vergleichbar nur mit dem Unterschied, daß die Ausgangspopulation nicht bekannt war. In diesem Zusammenhange kann schon hier darauf hingewiesen werden, daß eine einmalige Parasitierung durch die Tachine *Spathimeigenia aurifrons* Curr., den häufigsten und wichtigsten Parasiten der Biotope, keinesfalls den Tod der Afterraupe nach sich ziehen muß. In vielen Fällen geht die Parasitenlarve, oder auch mehrere, im Wirtskörper zugrunde, und die weitere Entwicklung der Raupe verläuft völlig normal. Aber auch einmal erfolgreich parasitierte Individuen können sich, wahrscheinlich mit gewissen Entwicklungshemmungen, noch rechtzeitig verspinnen.

Einmalige Parasitierung ist verhältnismäßig selten. Gewöhnlich fanden sich im Wirtskörper neben älteren verendeten, auf erfolglose Parasitierung hinweisende Tachinenmadenreste noch gesunde Parasitenlarven, teils in großer Anzahl. Da aber sowohl tote wie auch kränkelnde Individuen in der Regel einen solchen Befund zutage förderten, muß der Superparasitismus bezw. die Koparasitierung mit dem vorzeitigen Eingehen dieser Tiere in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden. Beabsichtigter Koparasitismus scheint übrigens nicht vorzukommen. Eine Raupenkrankheit, welche in ihren Symptomen der Polyederkrankheit der Nonne und des Schwammspinners ähnelt, trat im Jahre 1931

Tabelle 19.

Statistik der Häufigkeitsverteilungen des Abbaumens von *N. swainei*.

| | Mittel September | Standard-abweichungen | Wahrscheinliche Fehler | Symmetrie-koeffizient | Zahl der Beobachtungen |
|---|---|---|---|---|---|
| Fünfhäuter . | 8,90 | 8,101 | 0,689 | — 0,083 | 138 |
| Vorpuppen . | 9,96 | 8,180 | 0,396 | — 0,550 | 427 |
| Sechshäuter . | 13,20 | 8,574 | 0,520 | + 0,005 | 271 |

nur an vereinzelten Individuen auf. Zur Zeit des Abbaumens wurde diese Krankheit überhaupt nie beobachtet. Nach diesen Abschweifungen, welche zwar für das bessere Verständnis des folgenden notwendig sind, aber eigentlich in den Abschnitt über den Widerstand der Umgebung gehören, soll zur Frage des zeitlichen Ablaufes des Abbaumens zurückgekehrt werden.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind die theoretisch erwarteten Verhältnisse eingetroffen. Das Mittel der Häufigkeitsverteilung der Vorpuppen liegt zwischen jener der Fünfhäuter und Sechshäuter. Diese Tatsache wird noch verständlicher, wenn man bedenkt, daß tatsächlich mehr Sechs- als Fünfhäuter aufgetreten sind. Das Verhältnis belief sich auf 138 : 178 zugunsten der Sechshäuter. Außerdem waren die am 30. September noch am Fraßbaum verbliebenen Individuen nahezu ausschließlich Sechshäuter. Der Nachweis, daß die Fünfhäuter eine im Durchschnitt kürzere Entwicklungszeit besitzen, gelang ebenfalls.

Eine Untersuchung der Daten in bezug auf die Frage, ob die Unterschiede in den Mittelwerten nicht durch Fluktuationen hervorgerufen wurden, verlief durchaus positiv. Der Unterschied zwischen Fünf- und Sechshäutern liegt deutlich außerhalb der konventionellen Grenzen, jener zwischen Fünfhäuter und Vorpuppen ist bedeutungslos und endlich jener zwischen Sechshäuter und Vorpuppen ist ebenfalls kein Zufallsergebnis.

Auf die Erfassung des Kurventyps des zeitlichen Ablaufes des Abbaumens wurde kein besonderes Gewicht gelegt. Auch genügen die vorhandenen Beobachtungen für eine derartige Untersuchung nicht. Die Standardabweichung ist in allen drei Fällen annähernd gleich, der wahrscheinliche Fehler entspricht der Zahl der Beobachtungen und die Asymmetrie ist in allen Fällen bedeutungslos. Auf den sprunghaften Charakter der Häufigkeitspolygone wird bei der Besprechung des Widerstandes der Umgebung zurückgekommen werden.

### *Neodiprion dubiosus.*

Infolge der überaus großen Mortalität am Ende der Raupenentwicklung sind die Abbaumproben aus den Versuchsjahren 1930 und 1931 kaum auswertungswürdig. Auch machte es die verhältnismäßig geringe allgemeine Populationsdichte unmöglich, Korrekturen während der Versuchsanstellung durchzuführen. Auf Grund der Zuchtproben und Okularbeobachtungen ergibt sich folgendes Bild. Im Jahre 1930 war in bezug auf den zeitlichen Ablauf des Abbaumens von *N. swainei* und *N. dubiosus* kein wesentlicher Unterschied zu bemerken. Die ersten Vorpuppen wurden am 16. August erhalten und am 14. Oktober waren noch eine ganze Anzahl von Afterraupen, insbesondere aber parasitierte noch am Fraßbaum. Das Maximum des Abbaumens lag in der Mitte des Monats September. Das Folgejahr zeigte recht abweichende Verhältnisse. Der Beginn des Abbaumens war unwesentlich früher, bei den Zuchtproben am 26. Juli, das Maximum dürfte im zweiten Drittel des

August gewesen sein, und bereits Mitte September war kaum eine Afterraupe mehr zu finden. Von rein zufallsmäßig gewählten Zuchtproben verspann sich das letzte Individuum am 17. August. Die Gründe dieses verschiedenen Verhaltens in der zeitlichen Entwicklung wurden bereits mehrfach erwähnt.

### *Neodiprion nanulus.*

Die geringe Populationsdichte machte Massenbeobachtungen von vornherein unmöglich. Die folgenden Angaben stützen sich auf die Ergebnisse der Zuchtproben, welchen bei dieser Art infolge der Unabhängigkeit des Schlüpfens der Raupen von dem Zeitpunkt der Eiablage eine wesentlich größere Bedeutung zukommt. Elf Zuchtproben mit insgesamt 258 Eiern ergaben 16 abbaumende Vorpuppen und zwei abbaumende Afterraupen. Daß bei *N. nanulus* sich immer nach der fünften Häutung verspinnt, wurde bereits erwähnt. Das Abbaumen selbst fand in der Zeit vom 27. Juni bis 8. Juli statt. Wegen der geringen Zahl von Beobachtungen wird von einer Charakterisierung der Häufigkeitsverteilung abgesehen. Aus den übrigen Okularbeobachtungen muß aber geschlossen werden, daß die Variationsbreite des zeitlichen Ablaufes des Abbaumens sehr kurz ist und den Zeitraum von drei Wochen kaum überschreiten dürfte.

XXV, 726. – Sele 1 od

# Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden.[1]

## (Unter besonderer Berücksichtigung der Bodeneigenschaften.)

Von

**Erwin Schimitschek.**

(Aus der Lehrkanzel für forstliche Entomologie und Forstschutz an der Hochschule für Bodenkultur Wien und der Biologischen Station Lunz.)

Eine ungemein große Zahl von Tieren lebt dauernd in der Bodenstreu und im Boden selbst oder nimmt doch wenigstens vorüberghend Aufenthalt in dieser Umwelt. Viele Insekten machen einen Teil ihrer Entwicklung im Boden oder in der Bodenstreu durch, so suchen viele Schmetterlingsraupen zur Verpuppung die Bodenstreu oder auch den Boden auf (z. B. Kiefernspanner, Kieferneule usw.), ebenso benützen viele Käferarten den Boden als Verpuppungs- und Überwinterungsstätte. Die Zahl der Insekten, die wenigstens in einem Entwicklungsstadium im Boden leben, ist ungemein groß, wir können sie als vorübergehende Bodenbewohner bezeichnen.

Andere Insekten, wie z. B. *Otiorrhynchus*-Arten, Maikäfer, Schnellkäfer usf. machen ihre ganze Larvenentwicklung und Puppenzeit im Boden durch. Von den im Boden (und in der Bodenstreu) lebenden Tieren verdienen jene unsere besondere Aufmerksamkeit, deren ganzes Leben sich in dieser Umwelt abspielt (z. B. Bodenmilben, Bodencollembolen u. a. m.), also solche, die ständige Bodenbewohner sind.

Es ist natürlich, daß sich sowohl Entomologen wie auch Bodenkundler mit den Wechselbeziehungen, die zwischen Bodenstreu bezw. Boden und der diese bewohnenden Tierwelt bestehen, befaßt haben. Schon Ramann sagt: „Zweifellos bildet die Tätigkeit der Tiere für den Boden ein wertvolles und in einzelnen Fällen für die Strukturverhältnisse geradezu ausschlaggebendes Moment . . .“

Graf zu Leiningen-Westerburg betont, daß der Abbau der pflanzlichen Reste, nämlich der Streu usw. zum Teil durch die Tiere des Bodens bewerkstelligt wird.

---

[1]) Die Ausarbeitung des Materiales erfolgte mit Hilfe einer Unterstützung der Arbeitsgemeinschaft der Hochschullehrer, für welche auch an dieser Stelle wärmstens gedankt sei.

Nach Friederichs bestehen die Beziehungen der Bodentierwelt zur Forstwirtschaft in drei Richtungen: 1. Die vielzelligen Organismen tragen durch Fressen vegetabilischer Reste und von Humus viel zur Bildung des Bodens und seiner Durchmischung bei. Auch die Bautätigkeit mancher Insekten verändert Bodenverhältnisse und Vegetation. 2. Alle Bodentiere sind in den Kreislauf des Stickstoffes eingeschaltet. 3. Viele Bodentiere, insbesondere Insekten, leben im Boden, z. B. als Larven oder Puppen.

Hinsichtlich der Tätigkeit der Makrofauna der Waldstreu weist Ulrich darauf hin, daß der Tierfraß in der sich gut zersetzenden Streu den Hauptanteil am Abbau der Bestandesabfallprodukte hat. Dieser Autor ist auf Grund seiner experimentellen Versuche zu der Ansicht gelangt, daß „gerade die widerstandsfähigsten, kohlenstoffreichsten Bestandteile der Streu zunächst nur durch den Tierfraß und die Tätigkeit der Fadenpilze angegriffen und dadurch erst dem endgültigen bakteriellen Abbau zugänglich gemacht werden können". Die Makrofauna baut nach dem gleichen Verfasser jährlich in der Fichtenstreu ein Viertel, in der Buchen-Eichenstreu (seines Untersuchungsgebietes) zwei Drittel der gesamten Bestandesabfallprodukte ab (bei 300 Fraßtagen im Jahre).

Im forstentomologischen Schrifttum finden sich verhältnißmäßig wenige Arbeiten, die sich mit den Tieren der Bodenstreu und des Bodens beschäftigen. Besondere Beachtung kommt den Arbeiten über Kiefern- und Fichtenstreuuntersuchungen zu, die Escherich als einer der ersten von seinen Schülern Pillai und v. Pfetten durchführen ließ. Von großem Werte sind die zahlreichen Studien Trägårdhs. Ferner sind die Arbeiten von Bornebusch, Soudek, Ulrich[1]) zu nennen, die sich mit der Frage der Streufauna beschäftigten und zu deren Klärung beitrugen.

Alle diese Arbeiten berücksichtigen ausschließlich oder doch vorzüglich die Tierwelt der Bodenstreu, Trägårdh bei seinen Untersuchungen auch die des Bodens selbst.[2])

Es war nun von Interesse, festzustellen, ob innerhalb ein und desselben Gebietes die Eigenschaften des gewachsenen Bodens als solche von Einfluß auf die Bevölkerungsdichte der Bodentiere sind. Weiter sollte auch festgestellt werden, ob bei gleichem Pflanzenbestande und verschiedenen Eigenschaften der gleichen Bodenart sich Unterschiede in der Wohndichte der Bodentierbevölkerung ergeben. Einerseits war die Bodentierwelt ihrer Menge und Zugehörigkeit nach festzustellen, andererseits waren die Bodeneigenschaften zu untersuchen.

---

[1]) Hier auch zahlreiche Schrifttumshinweise.

[2]) Anmerkung bei der Korrektur: Die sehr wertvollen „Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens" von Dr. Gerhard Frenzel (erschienen im Verlag Fischer 1936) gelangten erst nach Abschluß meiner Arbeit in meine Hände.

## Methode.

Die Untersuchungen erstrecken sich alle auf den gewachsenen Boden, ohne Bodenstreu. Die Entnahme der Bodenproben mußte so gewählt werden, daß vergleichbare Ergebnisse erhalten wurden.

Zur Gewinnung der Bodentierproben wurden (ebenso wie zu jener der Bodenproben zum Zwecke der Ermittlung der physikalischen Bodeneigenschaften) 10 cm hohe Stahlzylinder mit einem Fassungsraum von genau 1000 $cm^3$ verwendet. Die Entnahme der Proben erstreckte sich durchwegs auf den gewachsenen Boden; es wurde also vor der Gewinnung der Bodenproben zuerst der lebende Bodenüberzug an Pflanzen, Moosen und auch die tote Streudecke gänzlich entfernt. Die Probe selbst wurde nun, durch Eintreiben des Zylinders, dem unter der lebenden oder toten Bodendecke anstehenden Boden entnommen, und zwar immer der obersten Bodenschicht bis 10 cm Tiefe. Durch diesen Vorgang erhält man stets den ganz gleichen Raumgehalt an Boden aus stets der gleichen Bodenschicht. Die Fehlerquellen, die bei der freien Entnahme des Bodens zum Zwecke der Bestimmung der Bodentiere sich ergeben, fallen bei diesem Vorgange fort. Es erscheint ferner zweckmäßig, bei Berücksichtigung der physikalischen Bodeneigenschaften eben diese Gewinnungsart anzuwenden, da man nur dadurch gut vergleichbare Ergebnisse erhält.

Zum Auslesen der Milben und Collembolen wurde in Anlehnung an Tullgren eine Vorrichtung gebaut, die aber in einigen Punkten von der Tullgrenschen Auslesevorrichtung abweicht. In einer Bretterkiste von 33 cm Höhe und 38 × 50 cm Grundfläche wurden zwei Glastrichter untergebracht und in diese die Metallsiebe zur Aufnahme der Bodentiere eingelegt. Bis zur halben Höhe der Trichter ist der Zwischenraum zwischen diesen und den Holzwänden mit Sägespänen gefüllt die mit einem Löschpapier oder Filterpapier bedeckt sind. Die Zylinder selbst sind außen mit schwarzem Papier bekleidet. An Stelle des bei dem Tullgrenschen Apparat verwendeten Blechzylinders wurde ein Pappkarton von 71 cm Höhe und 37 × 49 cm Seitenlängen benützt, dessen Oberseite mit einem rechteckigen Pappkartondeckel verschlossen war. Als Licht- und Wärmequelle verwendete ich eine 25-Watt-Lampe, die sich in einem Abstande von 45 cm von den in den Sieben liegenden Bodenproben befand. Diese Anlage hat den Vorteil, daß die Temperaturen nie über 40° C stiegen; im allgemeinen lagen sie zwischen 26 und 30° C. Dadurch, daß die Metallteile, also Blechzylinder und Kupfertrichter durch Pappkarton und Holz ersetzt sind, entfällt die übermäßige Erwärmung. Außerdem ist die ganze Vorrichtung viel luftiger, so das es nicht zu dem Glashauskleinklima kommt, wie bei der Benutzung von Metall. Es werden dadurch jene Nachteile die Trägårdh mit vollem Rechte an der Tullgrenschen Methode bemängelt hat, ausgeschaltet. Auch der von 5 cm auf 45 cm vergrößerte Abstand der Glühlampe von der Bodenprobe wirkt in dieser

Richtung. Von Bedeutung war auch die Billigkeit der Vorrichtung, da mir keinerlei Mittel für die Anschaffung zur Verfügung standen.

Die in den einzelnen Bodenproben enthaltenen Tiere wurden bei 30facher Vergrößerung ausgezählt. Hierbei war mir Herr Ing. Rudolf Braun in unermüdlicher Weise behilflich.

Die physikalischen Eigenschaften der Böden wurden nach der später geschilderten von Gertrud Schimitschek abgeänderten Burgerschen Methode ermittelt.

## Die untersuchten Bodentiergruppen und ihre Beziehungen zur Umwelt.

Vorversuche ergaben, daß weitaus der größte Anteil der Bodentiere in den obersten 10 cm des gewachsenen Bodens (ohne Bodenstreu) aus Milben und Collembolen besteht, während die anderen Tiergruppen und Insektenordnungen in geringerer Zahl vertreten sind. Es wurde daher im Rahmen der vorliegenden Untersuchung das Hauptaugenmerk auf die Milben und Collembolen gerichtet.

Bei der ungeheuren Menge in der Milben und Springschwänze im Boden auf engem Raume vorhanden sind, kommt ihnen natürlich eine sehr bedeutende Rolle bei der Beschleunigung des Kreislaufes der organischen Bestandteile des Bodens zu. Jedenfalls tragen sie wesentlich zum Abbau der Pflanzen- und Tierleichen bei, ebenso zum Abbau von Pilzen im Boden.

Die meisten Milben saugen ihre Nahrung auf, sicher ist dies bei allen *Heterostigmata*, den *Tetranychidae*, *Erythraeidae* und *Cheyletidae*, wahrscheinlich aber auch von anderen Milben.

Eine sehr große Anzahl von Milben ernährt sich von niederen Pilzen. Vitzthum weist ausdrücklich darauf hin, daß überall dort, wo sich reichlich Pilzmyzel entfalten kann, sich auch Milben der verschiedensten Gattungen in Menge vorfinden. Hauptsächlich Pilzfresser sind die meisten Arten der *Tyroglyphidae*. (Auch *Tyroglyphus farinae* findet sich nur in verdorbenem Mehl mit hohem Feuchtigkeitsgehalt.) Die bei uns auftretenden *Oribatina* dürften nach dem gleichen Autor ausnahmslos Pilzfresser sein, „oder sich zum mindesten mit sonst sehr niedrig stehenden Pflanzen begnügen".

Koprophil lebt eine ganze Anzahl von *Uropoda*, viele *Parasitidae* und Vertreter der Gattung *Macrocheles*.

Eine Gruppe von Milben sind reine Fleischfresser. Von kleinen Insekten, z. B. vom Collembolen, Thysanuren usw. ernähren sich die herumstreifenden, frei lebenden Arten der *Trombiidae*, *Erythraeidae* und auch Arten der *Cheyletidae*.

Hinsichtlich der Ernährung der Collembolen wissen wir auch noch recht wenig. Der Großteil der Collembolen ernährt sich wohl von weichen Nährstoffen, von faulenden Substanzen, Tier- und Pflanzenleichen, Grün-

algen, Blütenstaub usf. Manche Collembolen setzen das Zerstörungswerk anderer Tiere fort.

Hinsichtlich *Isotoma saltans* nimmt Steinböck auf Grund seiner Untersuchungen an, daß sich der Gletscherfloh ausschließlich von pflanzlichen Stoffen ernährt. Genaue Untersuchungen stellte bei *Hypogastrura purpurascens* u. a. Strebel an und fand, daß faulende Pflanzenstoffe Pilzmycelien und Pilzsporen die Hauptnahrung dieser Art bilden, aber auch weiche Tierstoffe, z. B. halbtote Ringelwürmer, tote Fliegen, Fliegentönnchen, tote Kameraden usw., werden befressen, bezw. gefressen. Faulende Stoffe werden ihrer Weichheit wegen bevorzugt. Die bodenbewohnenden Collembolen sind Humusfresser, Pilzfresser und ernähren sich auch von den verschiedensten Tier- und Pflanzenleichen. Sobald z. B. Holz den Beginn der Fäulnis zeigt, so setzt schon die Besiedelung durch bestimmte Collembolen ein. Die Formen der Erdoberfläche zeigen nach Handschin (1926) im Darminhalt „stets Detrituspartikel, welche von absterbenden Pflanzenteilen herzustammen schienen". Der gleiche Autor weist darauf hin, daß sich in Friedhöfen direkt eine Faunenschicht entsprechend der Tiefe der Leichen herausgebildet zu haben scheint, und daß wir ähnlich die Ansammlungen von Bodencollembolen in bestimmten Tiefen deuten müssen. Es ist klar, daß die Menge der verfügbaren organischen Substanz von Einfluß, wenn auch, wie noch gezeigt wird, nicht von alleinigem Einfluß auf die Wohndichte der Collembolen ist.

Hinsichtlich der Umweltbedingungen, die von Einfluß auf die Wohndichte der im Boden auftretenden Milben und Collembolen sind, wissen wir verhältnismäßig sehr wenig.

Trägårdh hat (1910) nachgewiesen, daß die Milben mit zunehmender Erhebung über den Meeresspiegel beträchtlich abnehmen, und zwar nehmen die carnivoren Arten viel schneller an Zahl ab als die herbivoren.

Bezüglich der Widerstandsfähigkeit der Oribatiden gegen Wasser ist ein Versuch Trägårdhs von Wichtigkeit. *Oribata monticola* und *Nothrus horridus* var. *borealis* wurden in eine mit Wasser gefüllte Glasröhre gebracht. Nach einer Woche lebten noch alle *Nothrus* und zwei *Oribata*-Individuen. Es ist dies ein Beweis dafür, daß manche Oribatiden eine völlige Wassersättigung des Bodens lange Zeit vertragen können. Solche Verhältnisse liegen z. B. an den Rändern von Hochmooren, und zur Zeit der Schneeschmelze im Gebirge allgemein vor.

Ungünstig für die Tierwelt des Bodens überhaupt, ist starke und langandauernde Austrocknung des Bodens, wie sie durch verschiedene Umstände gegeben werden kann (z. B. geringe Niederschläge, arides Bodenklima, ständig wehende Winde, Tiefe des Grundwasserspiegels, zu geringe Wasserkapazität in niederschlagsarmen Gebieten usf.).

Die Anwesenheit von Collembolen muß nach Handschin z. B. durch genügende Luftfeuchtigkeit garantiert sein. „Je trockener der Standort, desto ärmer ist er an Collembolen" ... „andererseits wird aber auch zu

starke Durchnässung gemieden." Davenport (zit. nach Handschin) hat gezeigt, daß die Individuendichte der Collembolen eines Litoralbezirkes von der Bodendurchfeuchtung abhängig ist. Als wichtiger Faktor wird demnach die Wasserkapazität des Bodens anzusprechen sein, ihre Bedeutung wird mit der Abnahme der Regenmengen und bei ungünstiger Verteilung derselben jedenfalls zunehmen. In niederschlagsreichen Gebieten wird sie gegenüber anderen Faktoren an Bedeutung zurücktreten. Jedenfalls gilt dies für das vorliegende Untersuchungsgebiet.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß die Menge der organischen Substanz im Boden für die Wohndichte der Bodentiere von Bedeutung ist. So fand auch Morris (nach Handschin), daß die Zahl der Collembolen auf gedüngtem Boden bedeutend größer ist als in ungedüngtem Boden. In 1 Acre gedüngten Bodens wurden 2 390 570 und in 1 Acre ungedüngten Bodens nur 603 602 Collembolen festgestellt, die größte Dichte lag zwischen 1" und 3" Tiefe. Die angeführten Zahlen erscheinen allerdings etwas gering.

Von Einfluß auf die Menge der Bodentiere ist auch die Schneedecke. An Stellen, wo durch Stürme der Schnee verblasen wird (z. B Bergrücken), ist nach Steinböck (1931) die Zahl der Bodentiere außerordentlich gering. Die Ursache dürfte im Feuchtigkeitsmangel, Fehlen der Winterfeuchtigkeit, begründet sein.

Die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden wird von einer Summe von Faktoren abhängig sein, die nur in großen Zügen umrissen werden sollen. Von Einfluß sind:

1. Geographische Lage, Meereshöhe.
2. Großklima, eventuell Kleinklima.
3. Pflanzenbestand.
4. Dauer der Bodenbedeckung durch einen bestimmten Pflanzenbestand (menschliche Eingriffe).
5. Physikalische Bodeneigenschaften.
6. Nahrungsvorrat (Chemische Bodeneigenschaften).
7. Bodenbearbeitung und Düngung.
8. Vorhandensein der Schneedecke.

Im folgenden werden nun die Zusammenhänge, die zwischen den Bodeneigenschaften und der Milben- und Collembolenbevölkerung im Gebiete von Lunz am See festgestellt wurden, geschildert.

## Bodeneigenschaften und Wohndichte der Milben sowie Collembolen.

Zweck der vorliegenden Arbeit war, in erser Linie festzustellen, ob zwischen den Eigenschaften der Böden und zwischen der Wohndichte der Milben und Collembolen in diesen Böden Zusammenhänge bestehen.

Das Gebiet von Lunz am See am Ostalpenrande in Niederösterreich war für die Vornahme dieser Arbeit besonders geeignet. In diesem Ge-

biete wurden bereits eine Reihe forstentomologischer Arbeiten durchgeführt[1]), diese Arbeit stellt eine Fortsetzung der ökologischen Arbeiten dar. Im Gebiete von Lunz liegen verschiedene Bestandesverhältnisse vor, weiter konnten die Untersuchungen in verschiedenen Höhenlagen innerhalb ein und desselben Gebietes durchgeführt werden. Von Bedeutung ist auch, daß verschiedene, aus Kalken hervorgegangene Bodenarten gleichzeitig untersucht werden konnten. Die Durchführung der Arbeit selbst war wieder nur möglich, durch das freundliche Entgegenkommen des Leiters der Biologischen Station Lunz am See, Herrn Prof. Dr. Franz Ruttner, der mir in liebenswürdiger Weise alle Einrichtungen der Station zur Verfügung stellte, wofür ich auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausspreche. Bei der gänzlich unzureichenden Dotierung der Lehrkanzel wäre es unmöglich gewesen, ohne diese Hilfe und die Unterstützung der niederösterreichischen Landesforstinspektion die Arbeiten durchführen zu können.

Die Untersuchungen wurden in zwei Reihen A und B vorgenommen. Die Reihe A erstreckte sich auf Bodenstellen verschiedener Höhenlagen zwischen 900 und 1860 m, wobei die Proben zum Teil unter gleichen, zum Teil unter verschiedenen Pflanzenbeständen und gleichen und verschiedenen Böden entnommen wurden. Die Reihe B erstreckte sich durchweg auf Bodenstellen in Fichtenbeständen annähernd gleicher Höhenlage (635—805 m), jedoch zum Teil auf verschiedene Bodenarten. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Waldböden und Almweide — bezw. Almwiesenböden. Es handelt sich durchweg um unbearbeitete Böden. Alle Proben wurden zu möglichst gleicher Zeit entnommen, und zwar in der Zeit zwischen August 1933 und September 1933. Demnach zu einer Zeit, wo die Bevölkerungsdichte der Milben und Collembolen im allgemeinen erfahrungsgemäß recht hoch ist.

Die genaue Beschreibung des Standortes und der Bodenstellen, denen die Proben entnommen wurden, ist in den Tabellen I und II enthalten. Tabelle III und IV geben die Zusammensetzung der niederen Pflanzendecke der weiteren Umgebung (im Umkreise der betreffenden Bodenstelle) an.

Bei den, den Haupanteil der Bodentierwelt bildenden Milben und Collembolen stellt der Boden den wichtigsten ökologischen Faktor dar. Es waren daher, soweit als möglich, die Zusammenhänge die zwischen den Eigenschaften des Bodens und der Wohndichte der genannten Tiere bestehen, festzustellen.

Neben der Pflanzendecke, die der Boden trägt, wurden folgende Eigenschaften bezw. Verhältnisse der Böden so weit als möglich ermittelt:

[1]) Eine Übersicht mit Schriftennachweis siehe: E. Schmitschek, Die forstentomologischen und forstschutzlichen Arbeiten im Gebiete von Lunz am See. Österr. Vierteljahrschrift für Forstwesen 1935.

I. Physikalische Verhältnisse der Böden:
   1. Luftkapazität.
   2. Wasserkapazität. } (1 + 2 = Hohlraumvolumen).
   3. Korngröße (nicht ermittelt).
   4. Volumengewicht.
   5. Spezifisches Gewicht.
   6 Wärmeverhältnisse. Kleinklima der Böden.

II. Chemismus der Böden.
   1. Menge der organischen Substanz. Maßstab für die Größe des den meisten Bodentieren zur Verfügung stehenden Nahrungsvorrates. Ausgedrückt durch die Größe des Glühverlustes.
   2. Wasserstoffionenkonzentration. pH.

In der vorliegenden Arbeit wurden nur Böden kalkiger Gesteine untersucht, und zwar Kalkrohböden, Kalkhumusböden, Alpenmoder und schwere aus kalkigen Gesteinen hervorgegangene Böden. Der Vergleich mit der Bodentierbevölkerung in Böden, die aus silikatischen Gesteinen hervorgegangen sind, soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

## Einfluß der physikalischen Bodeneigenschaften auf die Wohndichte.

Es wurde zunächst untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften der Böden und der Bevölkerungsdichte an Milben und Collembolen festzustellen ist. Zu diesem Zwecke mußten auch physikalische Bodenuntersuchungen vorgenommen werden, die zum Teil von Dr. Gertrud Schimitschek durchgeführt wurden.

Von den physikalischen Bodeneigenschaften wurden bestimmt: Volumengewicht, Wasserkapazität, Luftkapazität und das Hohlraumvolumen. Außerdem ist in den Tabellen I und II auch das spezifische Gewicht der Böden angeführt.

Es erscheint zweckmäßig, eine Begriffsbestimmung der untersuchten physikalischen Eigenschaften des Bodens zu geben.

„Das Volumengewicht eines Bodens ist das Gewicht eines Volumens gewachsenen Bodens im trockenen Zustande, verglichen mit einem gleich großen Volumen Wasser."

Wasserkapazität ist „die Fähigkeit des Bodens, Wasser in tropfbar flüssigem Zustande in sich aufzunehmen und längere oder kürzere Zeit festzuhalten". (Beide Begriffsbestimmungen nach Ramann.)

„Unter Lufkapazität des Bodens" versteht Kopecky (zit. nach Gertrud Schreckenthal-Schimitschek) „jene Größen, welche das Volumen jener Poren des Bodens angeben, das nach der Sättigung des Bodens mit Wasser bis auf die Höhe der absoluten Wasserkapazität noch immer mit Luft ausgefüllt bleibt".

Das Hohlraumvolumen „eines gewachsenen Bodens setzt sich zusammen aus allen jenen Bodenzwischenräumen, die nicht durch das absolute Volumen der festen Bodenbestandteile erfüllt sind".

Tabelle I.

Reihe A. Milben- und Collembolenmengen in verschiedenen Böden, unter von Lunz

| Bodenstelle | Seehöhe in m | Standort | Boden | pH | Wassergehalt bei der Entnahme, in Volumsprozenten | Wasserkapazität Gewichtsprozente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1855 | Dürrnstein. Unter der obersten Latsche. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Alpenmoder. Unter Nadelstreu. B.[4]): oben schwarz humos, darunter dunkelgrau mit etwas Kalkbrocken. | 3,7 | 39 | 151 |
| II | 1581 | Großer Hetzkogel. Unter Latsche und einzelnem, kleinen Juniperus. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Alpenmoder, wenig zersetzt, braun. Unter Nadelstreu. | . | 34 | 356 |
| III | 1271 | Gstettnerboden. Unter der untersten Fichte am Grunde der Doline (eines ausgesprochenen Kaltluftbeckens). Fichte ein Meter hoch. Grundgestein: Hauptdolomit. | Oberboden sehr stark humos, schwarz, Kalkbrocken. | 5,9 | O.[2]): 54 | 310 |
| | | | Unterboden: sehr steinig, Kalkgrus. | | U.[3]): 31 | 28 |
| IV a | 1300 | Höhle am Scheiblingsstein. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Feinerde durch abtropfendes Wasser hereingeschwemmt. | . | — | — |
| IV | 900 | Ellernboden. Fichtenaltbestand neben Bach, anstoßend an die Hochstaudenflur. Alter 100; Fichte 0,8, Ahorn 0,2. Bestockung 0,8. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Unter Nadelstreu. B.: sehr humus, schwarz. Kalkhumusboden. | 5,0 | 31 | 186 |
| V | 900 | Ellernboden. Unter altem Ahorn in der Mitte des vom Bach angetragenen Gerölles und Schuttes, zwischen großen Steinblöcken. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Kalkhumusboden. Sehr humos mit viel Kalkbrocken. | 6,3 | 74 | 211 |
| VI | 1120 | Obersee. Unter 140jähriger Fichte über dem Seeausfluß. Bestockung des Fichtenbestandes 0,6, tief beastet. (Farne). Grundgestein: Lias-Hierlatzkalk. | Unter Nadelstreu. Kalkhumusboden, schwarz, sehr humos. | 5.4 | 27 | 228 |

[1]) Trockener Boden = gewogen nach Trocknung bei 105° C.
[2]) O. = Oberboden.
[3]) U. = Unterboden.
[4]) B. = Boden.

verschiedenen Pflanzendecken und in verschiedenen Höhenlagen im Gebiete am See.

| Wasserkapazität | Luftkapazität | Hohlraumvolumen | Volumengewicht | Spezifisches Gewicht | Menge der organischen Substanz in Prozenten | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volumsprozente | | | | | | in einem Liter Boden | | in einem Kilogramm trockenen Boden[1]) | | in einer Bodenschicht von 1 m² Fläche und 10 cm Stärke | |
| 52 | **31** | 83 | 0,344 | 2,02 | **43,1** | **448** | **692** | **1418** | **2011** | 44 800 | 69 200 |
| 50 | **20** | 70 | 0,139 | 0,46 | 90,7 | 157 | 199 | 1129 | 1431 | 15 700 | 19 900 |
| 57 | 18 | 75 | . | . | . | 223 | 99 | . | . | 22 300 | 9 900 |
| 36 | 15 | 51 | | | | | | | | | |
| . | . | . | . | . | . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57 | **22** | 79 | 0,307 | 1,46 | **48,1** | **769** | **809** | **2504** | **2635** | 76 900 | 80 900 |
| 74 | 12 | 86 | 0,348 | 2,48 | 41,3 | 188 | 115 | 540 | 330 | 18 800 | 11 500 |
| 50 | **22** | 72 | 0,220 | 0,78 | **55,8** | **902** | **1106** | **4100** | **5028** | 90 200 | 110 600 |

Fortsetzung von Tabelle I.

| Bodenstelle | Seehöhe in m | Standort | Boden | pH | Wassergehalt bei der Entnahme, in Volumsprozenten | Wasserkapazität, Gewichtsprozente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VII | 1125 | Rotmoos. Unter Latsche am Rande des Hochmoores. Vier Meter entfernt vom offenen Moor. Sphagnum, Heidelbeere. | Wenig zersetzter Torf aus Sphagneen. | 3,0 | 78 | 850 |
| VIII | 1780 | Schneegrube. Unter Latsche. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Schwerer Boden. 2 cm grau humos, unten graubraun. Unter Nadelstreu. | 5,0 | 54 | 128 |
| IX | 1780 | Schneegrube. Almwiesenboden mit dichtem Rasenfilz. 4½ m von Probe VIII entfernt. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Schwerer Boden. 2 cm schwarz humos, darunter graubraun. | 4,2 | 65 | 88 |
| X | 1700 | Kleiner Dürrnstein. Unter Latsche. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Unter Nadelstreu. Boden oben humos, unten gelblich. | — | 41 | 84 |
| XI | 1560 | Rosengarten. Unter Latsche. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Schwerer Boden. Oben humos rotbraun. Aus Hierlatzkalk hervorgegangen. | 4,3 | 54 | 102 |
| XII | 1440 | Herrenalm. In Fichtenbestand, unter Fichte. Letztes bestandesmäßiges Vorkommen der Fichte vor der Baumgrenze. Grundgestein: Lias-Hierlatzkalk. | Kalkhumusboden. | 4,0 | 49 | 147 |
| XIII | 1490 | Herrenalm. Almwiese mit dichtem Rasenfilz. Vor 55 Jahren von einem Teil des Bestandes in dem sich Stelle XII befindet, bestockt. Grundgestein: Lias-Hierlatzkalk. | Schwerer Boden. Untergrund sehr tonhaltig. | 4,0 | 44 | 40 |
| XIV | 1860 | Dürrnsteingipfel. Dryas octopetala Grundgestein: Dachsteinkalk. | 3 cm grau humos, darunter bräunlich. | 4,9 | . | 102 |
| XV | 1520 | Zwischen Herrenalm und Rosengarten. In der Baumgrenze Almweide. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Schwerer, brauner Boden. | 5,3 | 51 | 68 |

[1]) Trockener Boden = gewogen nach Trocknung bei 105° C.

| Wasserkapazität | Luftkapazität | Hohlraumvolumen | Volumengewicht | Spezifisches Gewicht | Menge der organischen Substanz in Prozenten | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volumsprozente | | | | | | in einem Liter Boden | | in einem Kilogramm trockenen Boden[1]) | | in einer Bodenschicht von 1 m² Fläche und 10 cm Stärke | |
| 76 | 12 | 88 | 0,090 | 0,75 | 95,8 | 295 | 110 | 3277 | 1222 | 29 500 | 11 000 |
| 62 | 16 | 78 | 0,486 | 2,21 | 27.0 | 383 | 626 | 788 | 1287 | 38 300 | 62 600 |
| 68 | *5* | 73 | 0,767 | 2,84 | *19,5* | *70* | *5* | *92* | *6* | 7 000 | 500 |
| 58 | 15 | 73 | 0,688 | 2,54 | 20,2 | 96 | 90 | 139 | 130 | 9 600 | 9 000 |
| 59 | 11 | 70 | 0,574 | 1,91 | 24.0 | 167 | 185 | 290 | 319 | 16 700 | 18 500 |
| 58 | **25** | 83 | 0,394 | 2,27 | **52,89** | **1584** | **839** | **4020** | **2129** | 158 400 | 83 900 |
| 46 | *8* | 54 | 1,162 | 2,55 | . | *49* | *18* | *43* | *15* | . | . |
| 64 | 12 | 76 | 0,623 | 2,59 | 28,2 | 145 | 306 | 232 | 491 | . | . |
| 53 | 14 | 67 | 0,789 | 2,4 | . | 82 | 44 | 103 | 55 | . | . |

Tabelle II.

Reihe B. Milben und Collembolenmengen in verschiedenen Böden in

| Bodenstelle | Seehöhe in m | Standort | Boden | pH | Wassergehalt bei der Entnahme, in Volumsprozenten | Wasserkapazität Gewichtsprozente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_1$ | 720 | Fichtenbestand. Alter 80—100. Stammzahl je ha: Fichte 540, Tanne 184, Buche 4, Ahorn 12. Mittlere Höhe (Fichte): 24,4 m. Masse je ha: 433,12 m³. Standortsklasse III.[2]) Schwach geneigt, exponiert gegen NO. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Alpenmoder. Unter Nadelstreu. Alpenmoder mit etwas Kalkbrocken. Zersetzungsgrad 2—4. | 5,1 | 39 | 386 |
| $K_2$ | 680 | Fichtenbestand. Alter 70—84. Stammzahl je ha: Fichte 556, Tanne 24, Lärche 4, Buche 4 Mittlere Höhe (Fichte): 32,1 m. Masse je ha: 590,06 m³. Standortsklasse II. Eben, exponiert gegen NO. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Schwarzer, graubrauner Boden, oben humos. | 5,3 | 52 | 122 |
| $K_3$ | 695 | Fichtenbestand. Alter 60—80. Stammzahl je ha: Fichte 556, Tanne 12, Buche 4, Ahorn 4. Mittlere Höhe (Fichte): 32,0 m. Masse je ha: 738,21 m³. Standortsklasse I. Geneigt, exponiert gegen N. Grundgestein: Würmmoräne. | Grau, steinig. Unter wenig Nadelstreu. | 5,8 | 41 | 83 |
| 1 | 730 | Fichtenbestand. Mitterseestraße, vor dem Wassergerinne. Alter 90—100. Stammzahl je ha: Fichte 558, Tanne 180, Lärche 9, Ahorn 9. Masse je ha: 756 m³. Standortsklasse I/II Geneigt, exponiert gegen W. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Alpenmoder, braun. Zersetzungsgrad 2 bis 4. Teilweise mit Kalkbrocken. Unter etwas Nadelstreu. | 5,1 | 49 | 265 |
| 2 | 805 | Schütt hinter dem Mittersee. Primärbesiedlung nach vor ca. 400 Jahren abgegangenem Bergsturz. Bestand: Alter der Fichten: 130—300. Stammzahl je ha: Fichte 2819[3]), Lärche 423, Birke 54. Geneigt, exponiert gegen ONO zu NO. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Kalkrohboden auf altem Bergsturz. | 5,0 | . | . |

[1]) Trockener Boden = gewogen nach Trocknung bei 105° C.

[2]) Standortsklassen nach Guttenberg.

[3]) 69 % der Fichten haben einen Durchmesser in Brusthöhe von maximal 7 cm

Fichtenbeständen gleicher Höhenlage im Gebiete von Lunz am See.

| Wasserkapazität | Luftkapazität | Hohlraumvolumen | Volumengewicht | Spezifisches Gewicht | Menge der organischen Substanz in Prozenten | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volumsprozente | | | | | | in einem Liter Boden | | in einem Kilogramm trockenen Bodens [1]) | | in einer Bodenschicht von 1 m² Fläche und 10 cm Stärke | |
| 56 | **34** | 90 | 0,146 | 1.46 | **94,6** | **413** | **427** | **2828** | **2924** | 41 300 | 42 700 |
| 64 | 17 | 81 | 0,522 | 2,74 | 29,7 | 290 | 347 | 555 | 664 | 29 000 | 34 700 |
| 47 | 30 | 77 | 0,567 | 2,46 | 20,1 | 329 | 250 | 580 | 440 | 32 900 | 25 000 |
| 59 | **27** | 86 | 0,222 | 1,58 | **83,0** | **574** | **238** | **2585** | **1072** | 57 400 | 23 800 |
| . | . | . | . | . | . | 558 | 144 | . | . | 55 800 | 14 400 |

Fortsetzung von Tabelle II.

| Bodenstelle | Seehöhe in m | Standort | Boden | pH | Wassergehalt bei der Entnahme, in Volumsprozenten | Wasserkapazität Gewichtsprozente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 740 | Fichtenbestand Alter 80--100. Stammzahl je ha: Fichte 774, Tanne 72, Birke 9. Mittlere Höhe (Fichte): 19 m. Masse je ha: 283,63. Standortsklasse IV. Geneigt, exponiert gegen ONO. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Alpenmoder, braun. Zersetzungsgrad 3. | 4,3 | 41 | 380 |
| 3a | 742 | Auf einem Felsblock im Fichtenbestand der Stelle 3. | Alpenmoder, braun. Zersetzungsgrad 3. | 3,9 | 44 | 254 |
| 4 | 643 | Fichtenbestand. Alter 60—80. Stammzahl je ha: Fichte 750, Ahorn 48. Mittlere Höhe (Fichte): 22,2 m. Masse je ha: 344,28 m. Standortsklasse III. Geneigt, exponiert gegen ONO. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Kalkhumusboden mit viel Kalkbrocken. Auf Gerölle von Kalk und Dolomit. | 5,8 | 35 | 81 |
| 5 | 635 | Fichtenbestand (ober Mühlwiese). Alter 60 bis 80. Stammzahl je ha: Fichte 432, Tanne 8, Buche 4, Ahorn 40, Ulme 24. Mittlere Höhe (Fichte): 25 m. Masse je ha: 319,48 m. Standortsklasse III. Geneigt, exponiert gegen O. Grundgestein: Dachsteinkalk. | Schwerer, braungelber Boden. | 5.3 | 91 | 62 |

**1. Einfluß der Luftkapazität.**

Die untersuchten Böden der Reihe A besitzen eine Luftkapazität die zwischen 8 und 31 % liegt, jene der Reihe B eine solche zwischen 12 und 57 %.

Schon ein flüchtiger Blick auf die Tabellen I und II läßt erkennen, daß nur jene Böden, deren Luftkapazität über 20 % liegt, eine große Wohndichte an Milben und Collembolen aufzuweisen haben, wenn sie gleichzeitig über 40 % organische Substanz besitzen.

Vergleicht man die verschiedenen Bodenstellen unter Krummholzkiefer (Reihe A, Stellen I, II, VIII, X, XI) — also Bodenstellen unter völlig gleichgearteter Pflanzendecke —, so ergibt sich, daß bei gleicher Pflanzen-

[1]) Trockener Boden = gewogen nach Trocknung bei 105° C.

| Wasserkapazität | Luftkapazität | Hohlraumvolumen | Volumengewicht | Spezifisches Gewicht | Menge der organischen Substanz in Prozenten | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola | Acarina | Collembola |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volumsprozente | | | | | | in einem Liter Boden | | in einem Kilogramm trockenen Bodens[1]) | | in einer Bodenschicht von 1 m² Fläche und 10 cm Stärke | |
| 60 | **27** | 87 | 0,157 | 1,206 | **92,9** | **574** | **975** | **3 656** | **6 210** | 57 400 | 97 500 |
| 27 | **57** | 84 | 0,054 | 0,337 | **92,8** | **757** | **1157** | **14 018** | **21 426** | 75 700 | 115 700 |
| 44 | 31 | 75 | 0,54 | 2,16 | 38,9 | 363 | 254 | 672 | 470 | 36 300 | 25 400 |
| 55 | 12 | 67 | 0,897 | 2,718 | 15,6 | 226 | 174 | 252 | 194 | 22 600 | 17 400 |

decke jene Böden eine größere Wohndichte an Milben und Collembolen aufzuweisen haben, deren Luftkapazität hoch ist. Das gleiche Ergebnis läßt die Tabelle II erkennen. Diese Angaben beziehen sich auf Bodentieruntersuchungen unter Fichtenbeständen gleicher Höhenlage, die auf Alpenmoder, Kalkhumusböden und schweren aus kalkigen Gesteinen hervorgegangenen Böden stocken.

Unter gleicher wie unter verschiedener Pflanzendecke steigt die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden bei hinreichender Menge organischer Substanz, mit steigender Luftkapazität. Hohe Wohndichten liegen nur in Böden mit einer Luftkapazität von über 20 Volumprozenten und entsprechender Humusmenge vor. Die Bodenart ist ohne Einfluß auf die Wohndichte.

## Tabelle III.

Bodenpflanzen der Umgebung der Bodenstellen, denen die Proben entnommen wurden.

Reihe A. Bodenstellen I bis XV.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII | XIV | XV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Carex firma* L., Polster-Segge und andere Carex-Arten | + | + | + | − | − | − | − | + | + | + | + | − | + | + | + |
| *Veratrum album* L., weißer Germer | + | + | + | + | + | + | − | + | + | + | + | − | + | + | + |
| *Nigritella rubra*, Kohlröschen | + | + | − | − | − | − | − | − | − | + | − | − | − | + | − |
| *Rumex alpinus* L., Alpen-Sauerampfer | − | + | + | + | + | + | + | + | + | − | − | − | + | + | + |
| *Silene acaulis* L., stengelloses Leimkraut | + | − | − | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Dianthus alpinus* L., Alpennelke | + | + | − | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Anemone alpina* L., Alpenwindröschen | + | + | − | − | − | − | − | − | − | + | + | − | − | + | + |
| *Aconitum Napellus* L., blauer Eisenhut | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| *Ranunculus*-Arten, Hahnenfußgewächse | + | + | + | − | − | + | − | + | + | + | + | + | + | + | + |
| *Helleborus niger*, Schneerose | − | + | + | + | + | + | − | − | − | − | − | + | − | − | − |
| *Draba hirta*, Hungerblümchen | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | + | − |
| *Sedum roseum* | − | − | − | − | − | − | − | + | + | + | − | − | − | + | + |
| *Saxifraga*-Arten | + | + | + | − | − | − | − | + | + | + | + | + | + | + | + |
| *Geum montanum* L., Alpen-Petersbart | + | − | − | − | − | − | − | − | − | + | − | − | − | + | − |
| *Dryas octopetala* L., Silberwurz | + | − | − | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Alchemilla alpina* L., Alpen-Frauenmantel | + | + | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | + | + | + |
| *Potentilla aurea* L., Gold-Fingerkraut | + | + | − | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Potentilla Clusiana* | + | + | − | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Rhododendron hirsutum* L., Bewimperte Alpenrose | + | + | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | − | + | − |
| *Erica carnea* L., Heidekraut | − | − | − | − | − | + | + | − | − | − | − | − | − | − | − |
| *Vaccinium uliginosum* L., Moorbeere | − | − | − | − | − | − | + | − | − | − | − | − | − | − | − |
| *Leuseleuria procumbens* Desv. | + | − | − | − | − | − | − | + | − | − | − | − | − | − | − |
| *Primula auricula* L., Aurikel | + | + | − | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Soldanella austriaca* | − | − | + | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | − | + |
| *Soldanella alpina* L., echtes Alpenglöckchen | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| *Cortusa Matthioli* L., Matthiolus-Primel | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | + | − | − | − | + |
| *Gentiana Clusii* | + | − | + | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Gentiana bavaria*, Bayrischer Enzian | + | + | − | − | − | − | − | + | + | − | − | − | − | − | − |
| *Pedicularis verticillata* L., Quirlblättriges Läusekraut | + | + | − | − | − | − | − | + | + | + | + | − | − | + | + |
| *Globularia nudicaulis* L., Nacktstengelige Kugelblume | − | + | + | − | − | − | − | − | + | + | + | − | + | + | + |
| *Homogyne alpina* Cass., Alpenlattich | + | + | + | − | − | − | − | + | + | + | + | + | + | + | + |
| *Achillea atrata* L., Geschwärzte Schafgarbe | + | − | − | − | − | − | − | + | − | + | + | − | − | + | + |
| *Achillea clavennae*. Weißer Speik | + | + | + | − | − | − | − | + | − | + | + | − | − | + | + |
| *Senecio Fuchsii* Gm., Kreuzkraut (Greiskraut) | − | + | + | + | + | + | + | − | − | − | + | + | + | − | − |
| *Petasites niveus*, Pestwurz | − | − | − | + | + | + | − | − | − | − | − | − | − | − | − |

## Tabelle IV.

Bodenpflanzen der Bodenstellen in Fichtenbeständen gleicher Höhenlage, denen die Proben entnommen wurden.

Reihe B. Bodenstellen $K_1$ bis $K_3$ und 1 bis 3.

| | $K_1$ | $K_2$ | $K_3$ | 1 | 2[1]) | 3[2]) | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Aspidium filix mas* Sw., Wurmfarn | + | – | – | – | – | – | + | + |
| *Athyrium filix femina* Roth., Milzfarn, Waldfarn | – | – | + | – | – | + | – | – |
| *Polypodium dryapteris* | – | – | – | – | – | – | + | – |
| *Calamagrostis varia*, Reitgras | – | + | – | + | + | – | – | – |
| *Aira caespitosa* L., Rasenschmiele | – | – | – | – | – | – | – | + |
| *Paris quadrifolia* | + | + | – | – | – | – | + | – |
| *Luzula silvatica* Gaud., Große Hainsimse | – | + | – | – | – | – | – | – |
| *Polygonatum verticilatum* All., Quirlblättrige Weißwurz | – | – | – | – | – | – | + | – |
| *Euphorbia amygdaloides* | + | – | – | – | – | – | + | + |
| *Mercurialis perennis* L., Waldbingelkraut | + | + | + | + | – | + | + | + |
| *Aconitum Napellus* L., Blauer Eisenhut | – | – | – | + | – | – | – | + |
| *Aconitum vulparia* | – | – | – | – | – | – | + | – |
| *Cardamine trifoliata* | + | + | + | + | – | – | – | + |
| *Asarum europaeum* L., Haselwurz | + | – | – | – | – | – | – | – |
| *Helleborus niger*, Schwarze Nießwurz | – | – | – | – | – | – | + | – |
| *Viola sp.* | + | – | – | – | – | – | + | + |
| *Oxalis acetosella* L., Sauerklee | + | + | + | + | – | + | + | + |
| *Fragaria vesca*, Erdbeere | – | – | – | – | – | – | + | – |
| *Rubus saxatilis* L., Steinbeere | – | – | – | – | + | – | – | – |
| *Rhododendron hirsutum* L., Bewimperte Alpenrose | – | – | – | – | + | – | – | – |
| *Erica carnea* L. | – | – | – | – | + | – | – | – |
| *Vaccinium vitis idea* L., Preißelbeere | – | – | – | – | + | – | – | – |
| *Pulmonaria officinalis*, Lungenkraut | + | – | – | – | – | – | + | – |
| *Astrantia major*, Sterndolde | + | – | – | – | – | – | + | + |
| *Primula Europaea* | + | – | – | – | – | – | – | + |
| *Galeobdolon luteum* Hds,, Goldnessel | + | + | + | + | – | – | + | + |
| *Campanula pulla* L., Dunkle Glockenblume | – | – | – | – | – | + | – | – |
| *Campanula trachelium*, Nesselglocke | – | – | – | – | – | – | + | – |
| *Galium silvaticum*, Waldlabkraut | – | – | – | + | – | – | – | – |
| *Asperula odorata*, Waldmeister | + | – | – | – | – | – | – | – |
| *Salvia glutinosa*, Salbei | + | + | – | – | – | – | – | + |
| *Senecio Fuchsii* Gm., Kreuzkraut | + | + | – | + | – | – | + | + |
| *Adenostyles glabra* | + | + | – | – | – | – | + | + |
| *Cirsium oleraceum* | – | – | – | – | – | – | – | + |
| *Cirsium erisitalis* | – | – | – | – | – | – | + | – |
| *Lactuca muralis* | + | + | – | + | + | + | – | – |

[1]) Für Stelle 2 sind noch zu erwähnen: *Lycopodium* und *Polytrichum*.

[2]) Für Stelle 3 und 3a sind hinzuzufügen: *Mnium undulatum* (L) Weis., *Hylocomium splendens* (Hedw) S. B., *Eurhynchium striatum* (Schreb) Schimp., *Polytrichum formosum* Hedw., *Dicranum scoparium* (L), Hedw.

Es ist natürlich, daß leichte und gut durchlüftete Böden auch bessere Lebensbedingungen für die Bodentierwelt bieten, als schwere und schlecht durchlüftete. Tabelle I und II lassen dies eindeutig erkennen. Alle Böden mit hoher Luftkapazität, gleichgültig ob sie sich im Latschen oder Fichtenbestand befinden, haben bei genügendem Humusgehalt eine große Wohndichte an Milben und Collembolen. Man vergleiche in Tabelle I (Reihe A) die Bodenstellen: I, II, IV, VI, XII und in Tabelle II (Reihe B) die Bodenstellen $K_1$, 1, 3, 3a. Die Probestelle VII der Reihe A (Tabelle I) kann nicht in den Vergleich einbezogen werden, da es sich nicht um gewachsenen Boden, sondern um wenig zersetzten Torf aus Sphagneen am Rande eines Hochmoores handelt.

In allen Fällen sinkt die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden mit abnehmender Luftkapazität außerordentlich stark ab. Vergleiche Stelle 5 der Reihe B (Tabelle II) und die Stellen V, VIII, IX, X, XI, XII, XIV und XV der Reihe A (Tabelle I). Die geringste Bevölkerungsdichte zeigen die schweren und schlecht durchlüfteten Almwiesenböden (Tabelle I, Bodenstellen IX und XIII). Bei gleicher und bei verschiedenen Pflanzendecken sinkt die Bevölkerungsdichte der Milben und Collembolen unabhängig von der Bodenart, mit sinkender Luftkapazität.

In diesem Zusammenhange ist auf die Atmung, auf den Sauerstoffverbrauch der Bodentiere hinzuweisen. Bornebusch erwähnt, daß ein Tier von 1 g Gewicht je Stunde bei 13° C im Durchschnitt 0,14 mg Sauerstoff verbraucht. Dementsprechend benötigt ein Tier von 1 mg Gewicht 0,0014 mg Sauerstoff je Stunde. Auch für die Bodentiere ist daher der Sauerstoffgehalt der Bodenluft und somit eine gute Durchlüftung des Bodens von großer Bedeutung. Dementsprechend werden solche Böden, die bei genügender Wasserkapazität eine hohe Luftkapazität besitzen, günstige Umweltbedingungen für die untersuchten Bodentiere bieten.[1])

### 2. Einfluß der Wasserkapazität.

Die Wasserkapazität (ausgedrückt in Volumsprozenten) der untersuchten Bodenstellen liegt bei Reihe A zwischen 46 und 74 % (wobei Stelle VII mit 76 % aus den schon erwähnten Gründen aus der Betrachtung ausscheidet). Die Böden der Reihe B besitzen eine Wasserkapazität zwischen 27 und 60 Volumsprozent. Die Wasserkapazitäten sind also durchweg nicht gering. Dieser Umstand, sowie auch der, daß sich das Untersuchungsgebiet im regenreichen Alpenostrand befindet, mag Ursache dafür sein, daß ein Zusammenhang zwischen Wohndichte der

[1]) Mit vollem Rechte weist Fränzel auf die Bedeutung der Durchlüftung des „Porenraumes“ hin. „Die Beseitigung der lebensfeindlichen Kohlensäure ist daher für die Bodenfauna ein unbedingtes Erfordernis.“ Je größer die Luftkapazität ist, desto besser wird unter sonst gleichen Bedingungen die Durchlüftung des Bodens sein. (Anmerkung bei der Korrektur)

Milben und Collembolen und der Wasserkapazität (in Volumsprozenten) der Böden nicht festzustellen ist. Auch die Bodenstelle 3a der Reihe B (Tabelle II) hat trotz geringer Wasserkapazität, aber bei hoher Luftkapazität und großer Menge organischer Substanz eine sehr reiche Bevölkerung an Milben und Collembolen. Allerdings ist bei diesem Boden die Wasserkapazität in Gewichtsprozenten recht hoch.

Es darf angenommen werden, daß in Gebieten mit aridem Bodenklima oder in an und für sich niederschlagsarmen Gebieten die Bevölkerungsdichte mit bis zu einem bestimmten Höchstwert steigender Wasserkapazität in Volumsprozenten größer wird. Im regenreichen Alpenostrande ist dies aber bei den aus Kalken hervorgegangenen Böden durchaus nicht der Fall.

Für jede Art ist jedenfalls ein bestimmter kritischer Wassergehalt von Bedeutung. Als kritischer Wassergehalt wäre jener zu verstehen, der, soll die Erhaltung der Art gesichert sein, während längerer Zeit nicht unterschritten werden darf. In Böden mit geringer Wasserkapazitat, die einer weitgehenden Austrocknung ausgesetzt sind, die in Gebieten geringer Niederschläge liegen oder starken und andauernden Bodenwinden ausgesetzt sind, wird sich der Wassergehalt des Bodens öfter dem kritischen Wassergehalt nähern, ihn erreichen oder auch durch längere Zeit unterschreiten. Dies bedeutet natürlich die Schaffung eines lebensungünstigen Zustandes und zweifelsohne eine weitgehende Steigerung der Sterblichkeit vieler Bodentiere.

Hinsichtlich der Wasserkapazität in Volumsprozenten und der Gesamtmilben- und Collembolenzahl läßt sich keinerlei Zusammenhang feststellen. Dagegen besteht aber häufig ein deutlich erkennbarer Zusammenhang zwischen der Wasserkapazität in Gewichtsprozenten und der Besiedelungsdichte der Böden durch die genannten Bodentiere. (Tab. II, Bodenstellen unter Fichte: $K_1$, 1, 3, 3a und Tabelle I, Bodenstellen unter Latsche: I, II, VIII, X, XI.) Berücksichtigt man Bodenstellen unter völlig gleichen Pflanzendecken, im vorliegenden Falle unter Fichte (Tabelle II) und unter Latsche (Tabelle I, die oben genannten Stellen) so ergibt sich, daß jene Böden, die eine hohe Wohndichte an Milben und Collembolen aufweisen, neben genügender Menge an organischer Substanz und hoher Luftkapazität, meist auch eine hohe Wasserkapazität in Gewichtsprozenten besitzen. Unter gleichem Pflanzenbestand zeigen die Böden mit hoher Milben- und Collembolenbevölkerungsdichte eine nicht unter 100, meist um 200 und 300 liegende Wasserkapazität in Gewichtsprozenten.

### 3. Hohlraumvolumen.

Aus der Größe des Hohlraumvolumens allein kann kein Schluß auf eine Beeinflussung der Wohndichte gezogen werden, da Luft- und Wasserkapazität in Volumsprozenten in ihm vereint sind.

#### 4. Volumengewicht.

Hinsichtlich des Volumengewichtes kann ohne Rücksicht auf die Pflanzendecke und die Bodenart festgestellt werden, daß seine Größe naturgemäß von Bedeutung für die Menge der Bodentiere je 1 kg Boden ist. Je leichter der Boden ist, desto weniger zersetzt, aber auch desto weniger zusammengelagert ist er. Je geringer das Volumengewicht ist, desto größer ist die Menge der organischen Substanz. Die Bevölkerungsdichte der Milben und Collembolen je 1 kg trockenen Bodens[1]) ist, wie aus den Tabellen I und II hervorgeht, um so größer, je geringer das Volumengewicht des Bodens ist.

#### 5. Einfluß der Bodentemperatur.

Es war von Interesse, festzustellen, ob zwischen der Gesamtmilbenzahl und Gesamtcollembolenzahl der Böden einerseits und den Wärmeverhältnissen des Bodens andererseits Zusammenhänge bestehen. Zu diesem Zwecke wurden an allen Bodenstellen der Reihe B Bodenextremthermometer in 5,10 und 20 cm Bodentiefe eingebaut. Die Messungen erstreckten sich auf den Zeitraum vom 5. Mai 1933 bis 25. Juli 1934. Die Ablesungen erfolgten wöchentlich.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen V und VI niedergelegt. Die Häufigkeitsverteilung der Bodentempersturmaxima (in Wochenwerten) zeigt, daß hinsichtlich der Häufigkeit von Temperaturen über 10° C in 5 cm Bodentiefe die Bodenstellen $K_3$, 1, 3a, 4 und 5 am wärmsten waren. Rücksichtlich der Häufigkeit von Temperaturen über 10° C in 10 cm Bodentiefe waren die Stellen 4 und 5 die wärmsten (Tabelle V).

Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Bodentemperaturminima (Tabelle VII), so ist festzustellen, daß die größre Häufigkeit hoher Minima (über 5° C) in 5 cm Bodentiefe auftrat in den Bodenstellen $K_3$, 1, 3, 4 und 5 und in 10 cm Bodentiefe gleichfalls in den Bodenstellen $K_3$, 1, 3, 4 und 5.

Unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Temperaturminima im Bodenbereiche bis 10 cm Tiefe erwiesen sich die Stellen 4 und 5 der Reihe B am wärmsten; hinsichtlich höherer Temperaturminima (über 5° C) die Bodenstellen $K_4$, 1, 3, 4 und 5.

Die Messungen und der Vergleich der Wärmeverhältnisse der Böden mit der Besiedlungsdichte durch Milben und Collembolen zeigt, daß durchaus nicht die wärmsten Böden (z. B. Bodenstelle 4 und 5) die größte Wohndichte aufweisen.

Vergleicht man ganz gleiche Böden (z. B. Stelle 1 und 3) mit gleichen physikalischen Eigenschaften, so ergibt sich gleichfalls kein Einfluß der Bodentemperaturen auf die Gesamtbesiedelungsdichte an Milben und Collembolen.

[1]) Unter trockenem Boden ist bei 105° C getrockneter Boden zu verstehen.

## Tabelle V.

Häufigkeitsverteilung der Bodentemperaturmaxima in den Bodenstellen der Reihe B in Wochenwerten.

Für den Zeitraum vom 5. Mai 1933 bis 25. Juli 1934.

| °C | In 5 cm Bodentiefe | | | | | | | In 10 cm Bodentiefe | | | | | | In 20 cm Bodentiefe | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bodenstelle | | | | | | | Bodenstelle | | | | | | Bodenstelle | | | | | |
| | $K_3$[1] | 1 | 2[2] | 3 | 3a | 4 | 5 | $K_3$[1] | 1 | 2[3] | 3 | 4 | 5 | $K_3$[1] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Anzahl der Wochenwerte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — 5—10 | . | 1 | 1 | . | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| — 0— 5 | 5 | 3 | 1 | 1 | 4 | . | 3 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| + 0— 5 | 8 | 7 | 4 | 11 | 7 | 11 | 8 | 8 | 6 | 5 | 14 | 9 | 7 | 9 | 8 | 6 | 13 | 9 | 8 |
| + 5—10 | 10 | 18 | 9 | 21 | 10 | 13 | 7 | 14 | 11 | 11 | 23 | 16 | 11 | 15 | 20 | 22 | 23 | 21 | 16 |
| +10—12 | 16 | 17 | 5 | 11 | 16 | 14 | 13 | 10 | 17 | 6 | 7 | 11 | 15 | 12 | 6 | 3 | 10 | 7 | 10 |
| +12—20 | 10 | 12 | 9 | 6 | 12 | 12 | 18 | 8 | . | 9 | 2 | 11 | 16 | 9 | 11 | 9 | 3 | 10 | 12 |
| +20—25 | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | | | | | |

## Tabelle VI.

Häufigkeitsverteilung der Bodentemperaturminima in den Bodenstellen der Reihe B in Wochenwerten.

Für den Zeitraum vom 5. Mai 1933 bis 25. Juli 1934.

| °C | In 5 cm Bodentiefe | | | | | | | In 10 cm Bodentiefe | | | | | | In 20 cm Bodentiefe | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bodenstelle | | | | | | | Bodenstelle | | | | | | Bodenstelle | | | | | |
| | $K_3$[1] | 1 | 2[4] | 3 | 3a | 4 | 5 | $K_3$[1] | 1 | 2[5] | 3 | 4 | 5 | $K_3$[1] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Anzahl der Wochenwerte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| —15—20 | . | . | | | 2 | . | | | | | | | | | | | | | |
| —10—15 | . | . | | | 1 | . | | | | | | | | | | | | | |
| — 5—10 | 2 | 3 | 2 | 1 | | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | . | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| — 0— 5 | 9 | 7 | 4 | 5 | 15 | 2 | 8 | 9 | 7 | 5 | 9 | 8 | 8 | 9 | 8 | 5 | 9 | 5 | 7 |
| + 0— 5 | 11 | 15 | 10 | 12 | 16 | 16 | 14 | 10 | 13 | 11 | 17 | 12 | 12 | 9 | 15 | 14 | 14 | 14 | 11 |
| + 5—10 | 23 | 27 | 12 | 32 | 15 | 23 | 23 | 25 | 26 | 15 | 23 | 27 | 26 | 23 | 24 | 20 | 28 | 28 | 29 |
| +10—12 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 8 | | 4 | 1 | | | 1 | 1 | 4 | 2 | | 1 | | . |
| +12—20 | . | . | | | | | | | | | | | | | | | | | |

[1]) 6. Mai 1933 bis 4. Juli 1934.

[2]) 26. Mai 1933 bis 2. August 1933 und 20. Oktober 1933 bis 4. Juli 1934.

[3]) 26. Mai bis 2. August 1933 und 27. September 1933 bis 25. Juli 1934. Da in der Zwischenzeit Thermometer entwendet wurden.

[4]) 26. Mai bis 2. August und 20. Oktober 1933 bis 25. Juli 1934.

[5]) 26. Mai bis 2. August 1933 und 27. September 1933 bis 24. Juli 1934.

Tabelle VII.

Reihe A. Perzentueller Anteil der einzelnen Unterordnungen bezw. Untergruppen und Zweige an der Gesamtmilbenbevölkerung der verschiedenen Bodenstellen.

| Bodenstelle | Parasitiformes | | Trombidiformes | Sarcoptiformes | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Oribatei | | | |
| | | | | Aptyctima | | | |
| | | | | Apterogasterina | | Pterogasterina | Ptyctima |
| | Gamasides | Uropodina | Bdellidae und Tydidae | Macropylina | Brachypylina | | |
| I . . . . | 20,1 | — | — | 4,2 | 50,5 | 11,6 | 13,6 |
| II . . . . | 21,7 | 4,5 | 5,7 | 12,1 | 13,4 | 27,3 | 15,3 |
| III . . . | 4,5 | 0.0 | 6,3 | 31.0 | 7.6 | 48,0 | 2,6 |
| IVa . . . | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0.0 |
| IV . . . | 6,0 | 0,4 | 8,3 | 18,9 | 50,8 | 5,8 | 9,8 |
| V . . . . | 39,4 | 3,7 | 3,2 | 19.7 | 13,8 | 18,6 | 1.6 |
| VI . . . | 24,0 | 5,1 | 14,1 | 20,5 | 19,2 | 12,8 | 4,3 |
| VII . . . | 14,6 | 13,9 | 4,4 | 52,5 | 8,2 | 2,0 | 4,4 |
| VIII . . . | 16,7 | 4,4 | 0,0 | 9,4 | 38,9 | 6,8 | 23,8 |
| IX . . . | 12,8 | 4,3 | 0,0 | 8,6 | 58,6 | 8,6 | 7,1 |
| X . . . . | 11,5 | 3,1 | 7,3 | 13,5 | 17,7 | 17,7 | 29,2 |
| XI . . . | 38,3 | 2,4 | 5,4 | 7,8 | 37,1 | 6,0 | 3,0 |
| XII . . . | 28,0 | 1,1 | 22.1 | 1,1 | 38,8 | 6,6 | 2,3 |
| XIII . . . | 38,8 | 2,0 | 0,0 | 16,4 | 32,6 | 8,2 | 2,0 |
| XIV . . . | 18,6 | 2,1 | 22,8 | 24.8 | 13,1 | 17,2 | 1,4 |
| XV . . . | 4,9 | 0,0 | 1,2 | 36,6 | 24,4 | 31,7 | 1,2 |

Bodenstelle 3a (Reihe B, Tabelle II), die die größte Bevölkerungsdichte an Milben und Collembolen aufweist, ist hinsichtlich der Temperaturminima in 5 cm Bodentiefe von allen Bodenstellen am kältesten. (Das häufige und tiefe Absinken der Bodentemperatur erklärt sich durch die Lage dieser Bodenstelle auf einem großen Steinblock, inmitten des Bestandes neben der Bodenstelle 3.)

Wenn das Verhalten der einzelnen Arten der Milben und Collembolen herangezogen würde, werden sich bei manchen Arten jedenfalls Zusammenhänge zwischen Bevölkerungsdichte und Bodenwärme ergeben. Jedenfalls ist der Einfluß der physikalischen Bodeneigenschaften hinsichtlich der Struktuverhältnisse der Böden viel größer als jener der Bodenwärme.

## Einfluß chemischer Bodeneigenschaften auf die Wohndichte.

Ein direkter Zusammenhang zwischen der Wohndichte von Milben und Collembolen und der mineralischen Beschaffenheit des Bodens besteht

Tabelle VIII.

Reihe B. Perzentueller Anteil der einzelnen Unterordnungen, bezw. Untergruppen und Zweige an der Gesamtmilbenbevölkerung der verschiedenen Bodenstellen in Fichtenbeständen gleicher Höhenlage.

| | Parasitiformis | | Trombidiformis | Sarcoptiformes | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Oribatei | | | |
| | | | | Aptyctima | | | Ptyctima |
| | Gamasides | Uropodina | Bdellidae und Tydidae | Apterogasterina | | Pterogasterina | |
| | | | | Macropylina | Brachypylina | | |
| $K_1$ . . . . | 12,8 | 0,7 | 6,8 | 10,4 | 58,1 | 5,6 | 5,6 |
| $K_2$ . . . . | 5,9 | 3,8 | 4,5 | 15,8 | 56,9 | 5,2 | 7,9 |
| $K_3$ . . . . | 10,9 | 2,7 | 3,3 | 19.8 | 38,6 | 17,9 | 6,7 |
| 1 . . . . | 9,1 | 6,6 | 10,8 | 6,6 | 54,9 | 5,9 | 6,1 |
| 2 . . . . | 13,6 | 1,6 | 1,1 | 18,6 | 58,8 | 2,2 | 4,1 |
| 3 . . . . | 20,0 | 0,5 | 19,2 | 9,4 | 43,7 | 6,8 | 0.4 |
| 3a . . . | 12,5 | 0,3 | 13,6 | 12,8 | 36,9 | 7,4 | 16,5 |
| 4 . . . . | 18,5 | 3,0 | 5,2 | 3,0 | 63,4 | 4,7 | 2,2 |
| 5 . . . . | 19,5 | 0,4 | 4,0 | 22,6 | 38,9 | 10,2 | 4,4 |

wohl nicht. Friederichs weist auch darauf hin, daß „eine direkte chemische Wirkung des Bodens auf die Ökologie von Insekten“ bisher nicht bekannt ist.

Bei den vorliegenden Untersuchungen konnte z. B. gar kein Zusammenhang zwischen der Wasserstoffionenkonzentration der Böden und der Bevölkerungsdichte der Milben und Collembolen festgestellt werden (Tabellen I und II.) Daß in dem aus wenig zersetzten Torf aus Sphagneen bestehenden Boden des Rotmoos (Stelle VII, Tabelle I) die *Macropylina* gegenüber allen anderen Oribatiden vorwiegen, hat seine Ursache in der völlig abweichenden Umwelt von allen anderen Bodenstellen, insbesondere an dem hohen Anteil an Sphagneen. Es handelt sich hier eben schon um eine ausgesprochene Hochmoorbildung.

Auch der Vergleich aller Proben gleicher Bodenarten läßt den berechtigten Schluß zu, daß die Wohndichte der Bodenmilben und Collembolen unabhängig von der Wasserstoffionenkonzentration des Bodens ist.

Das Nährstoffkapital, das in einem Boden den diesen bewohnenden und hier sich ernährenden Tieren zur Verfügung steht, ist gekennzeichnet durch die Menge der vorhandenen organischen Substanz. Bereits Trägårdh (1928) hat darauf hingewiesen, daß die

Menge der organischen Substanz von Einfluß auf die Zahl der Mikroarthropoden ist.[1])

In den Tabellen I und II ist die Menge der organischen Substanz die den einzelnen Bodenstellen eigen ist, durch die Größe des Glühverlustes ausgedrückt. Es ist natürlich, daß unter sonst gleichen oder ähnlichen Bedingungen jener Boden eine größere Menge an humusfressenden Bodentieren enthalten wird, der eine hinreichende Nahrungsmenge zu bieten vermag. Im allgemeinen haben die an organischer Substanz reichen Böden auch eine große Milben- und Collembolenbevölkerung (siehe Tabelle I, Bodenstellen: I, II, IV, VI, VII, XII; und Tabelle II, die Bodenstellen: $K_1$, 1, 3, 3a).

Es wäre jedoch vollkommen unrichtig anzunehmen, daß die Menge der vorhandenen organischen Substanz der allein maßgebende Faktor für die Bevölkerungsdichte dieser Bodentiere ist. Ein Vergleich der Bodenstelle V mit den vorgenannten Stellen (Tabelle I, Reihe A) zeigt, daß hier bei einem Boden mit recht hohem Gehalt an organischer Substanz (41,3%) die Gesamtzahl der Milben und Collembolen geringer ist, als bei anderen Bodenstellen mit gleich oder annähernd gleich hoher Menge organischer Substanz (Bodenstellen I und IV), diese Bodenstellen haben aber eine viel höhere Luftkapazität als Stelle V. Während Stelle V nur eine Luftkapazität von 12% hat, beträgt die Luftkapazität der Stellen I und IV, 31 bezw. 22%. Aus dem Vergleiche der Bodenstelle V mit den Stellen I, II, IV, VI, VII und XII der Reihe A geht hervor, daß bei genügender Menge organischer Substanz nur dann die Gesamtzahl der Milben und Collembolen hoch ist, wenn gleichzeitig auch die Luftkapazität des Bodens eine hohe ist. Auch der Vergleich der Bodenstellen 3 und 3a der Reihe B, die beide 92% organische Substanz, aber verschiedene Luftkapazität besitzen, zeigt den Einfluß dieses Faktors. Stelle 3 (Tabelle II) mit einer Luftkapazität von 27% besitzt 3656 Milben und 6210 Collembolen je Kilogramm trockenen Bodens, Stelle 3a mit 57% Luftkapazität aber 14018 Milben und 21426 Collembolen je Kilogramm trockenen Bodens.

Solche Böden, die wohl eine hohe Luftkapazität z. B. von 23 oder 30% besitzen, jedoch nur 25 oder gar nur 19% organische Substanz, weisen eine geringe Bevölkerungsdichte an Milben und Collembolen auf, trotz der günstigen Luftkapazität (z. B. Stelle $K_2$, $K_3$ der Reihe B Tabelle II). Von Böden gleicher Luftkapazität hat jener eine höhere Gesamtzahl an Milben und Collembolen, dessen organische Substanz eine bestimmte Mindestgröße erreicht. Diese Mindestmenge — entsprechende Luftkapazität vorausgesetzt — liegt bei 40%. Ein Vergleich der Be-

[1]) „The number of microarthropods decreases very rapidly downwards, much more so than the number of macroarthropods, and more than in the samples discussed previously. This feature is explained if we analyze the percentage of organic matter in the three layers. The figures are resp. 90, 88 and 19%."

siedelungsdichte der einzelnen Bodenstellen läßt erkennen (Tabelle I und II), daß bei gleichen, oder annähernd gleichen physikalischen Bodeneigenschaften (besonders Luftkapazität) eine gewisse Menge an organischer Substanz erreicht oder überschritten werden muß, um eine hohe Wohndichte zu ermöglichen. Für den Alpenostrand gilt, daß die Besiedelungsdichte der Böden durch Milben und Collembolen dann hoch ist, wenn bei einer Luftkapazität von 20 oder über 20% die Menge der organischen Substanz im allgemeinen 40% erreicht oder überschreitet. Im allgemeinen bedeutet eine Steigerung der Menge der organischen Substanz trotz genügender (gleichbleibender) Größe der Luftkapazität keine weitere Zunahme der Besiedelungsdichte der Böden durch Milben und Collembolen, das heißt, wenn bei hoher Luftkapazität der Schwellenwert von 40% organischer Substanz überschritten ist, so ist es für die Gesamtmilben- und Collembolenzahl gleichgültig, ob die Menge der organischen Substanz z. B. 60 oder 90% beträgt, eine weitere Steigerung der Zahl der genannten Bodentiere erfolgt dann nicht mehr. Wohl aber steigt bei gleicher Menge organischer Substanz und steigender Luftkapazität die Gesamtzahl an Milben und Collembolen.

## Bodenart und Wohndichte.

Ein Zusammenhang zwischen der Bodenart und der Menge an Milben und Collembolen konnte nicht festgestellt werden. Die Bodenart allein ist für die Wohndichte nicht ausschlaggebend. Die Bodenstellen IV, V, VI, VII der Reihe A (Tabelle I) haben alle Kalkhumusböden (Renzina). Ein Vergleich zeigt, daß die Bevölkerungsdichte der Milben und Collembolen auch bei gleicher Bodenart an verschiedenen Bodenstellen verschieden ist. Zu dem gleichen Ergebnis führt ein Vergleich der Wohndichten der genannten Bodentiere in Alpenmoderböden. Alpenmoderböden liegen bei den Bodenstellen I, II (Tabelle I) und $K_1$, 1, 3, 3a (Tabelle II) vor. Wir sehen, daß die Wohndichte der Milben und Collembolen unabhängig vom mineralischen Bau des Bodens ist, sie ist aber abhängig von seinen physikalischen Eigenschaften und der Menge der organischen Substanz. Es gilt somit, wenigstens für das untersuchte Gebiet, daß innnerhalb der gleichen Bodenart keine Übereinstimmung in der Gesamtzahl der Milben und Collembolen anzutreffen ist, sie wechselt mit den physikalischen Bodeneigenschaften und der Menge der organischen Substanz.

## Bodengüte und Wohndichte.

Ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Gesamtzahl an Milben und Collembolen einerseits und der Bodengüte andererseits ist aus den bisherigen Ergebnissen zweifellos zu erkennen.

Die Feststellung, die Bornebusch in Dänemark machte, daß nämlich der gute Boden wenige und verhältnismäßig große Tiere, der schlechte Boden viele aber sehr kleine Tiere habe, trifft in dieser Fassung für das von mir untersuchte Gebiet nicht zu. Auch im Gebiete von Lunz ist die Zahl der großen Bodentiere, wie z. B. Tipuliden, Myriapoden, Regenwürmer usw., im besseren Boden größer als in minderem Boden. Im Gegensatz zu Bornebusch ergibt sich aber aus den in Lunz durchgeführten Untersuchungen, daß die Zahl der kleinen Bodentiere, wie Milben und Collembolen, um so größer ist, je besser der Boden und der Bodenzustand sind.

## Einfluß menschlicher Eingriffe auf die Wohndichte.

(Wirkung langandauernder Kahllegung.)

Von großer Bedeutung ist der Einfluß menschlicher Eingriffe auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. In dieser Hinsicht ist ein Vergleich der Ergebnisse aus den beiden Bodenstellen XII und XIII (Tabelle I, Reihe A) sehr aufschlußreich.

Bodenstelle XII befindet sich in einem Fichtenbestande in 1440 m Höhe. Dieser über 150jährige Fichtenbestand bildet das letzte bestandesmäßige Vorkommen der Fichte, schon bei 1460 m liegt hier die Waldgrenze und bei 1550 m die Baumgrenze. Der Boden ist ein guter Kalkhumusboden. Vor 55 Jahren wurde ein Teil des Bestandes abgeholzt, aber nicht wieder aufgeforstet, sondern er wird seit dieser Zeit als Almweide benutzt. Hier liegt nun die Bodenstelle XIII, in dem nun zu Almwiesenboden mit dichtem Rasenfilz gewordenen ehemaligen Waldboden. Wie der Tabelle I zu entnehmen ist, hat sich die Luftkapazität seit der erfolgten Abholzung wesentlich verändert. Während sie im stehengebliebenen Teile des Bestandes (Stelle XII) 25% beträgt, ist sie im abgeholzten Teil (Stelle XIII) auf nur 8% heruntergesunken. Das gleiche Bild zeigt ein Vergleich der Besiedelungsdichte der beiden Örtlichkeiten. Im Fichtenbestand (Stelle XII) fanden sich je Kilogramm trockenen Bodens 4020 Milben und 2129 Collembolen; in dem abgeholzten Teile (Stelle XIII) je Kilogramm trockenen Bodens nur 43 Milben und 15 Collembolen. (Beide Proben wurden am gleichen Tage genommen.) Die Abholzung, der keine Wiederaufforstung folgte, hat in einem Zeitraum von 55 Jahren nicht nur zu einer Verschlechterung der Bodeneigenschaften, sondern Hand in Hand damit zu einer ungeheuren Verarmung des Bodens an Milben und Collembolen geführt.

Im gleichen Sinne dürfte sich jede längere Kahllegung des Bodens auf größerer Fläche auswirken. Aus dem Ergebnis kann mit Recht angenommen werden, daß in Großkahlschlagflächen der Boden mit der zunehmenden Verringerung der Luftkapazität und zunehmendem raschen

Abbau der organischen Substanz auch immer mehr und mehr an Milben und Collembolen verarmt. Die Wohndichte dieser Bodentiere wird erst wieder mit erreichtem Kronenschluß der neuen Waldbestockung zunehmen. Im allgemeinen entspricht der größeren Luftkapazität auch die bessere Bodengüte. Durch Bewaldung wird ein früherer Weideboden (nach Leiningen) lockerer. Während wir in unserem Falle schon 55 Jahre nach der Abholzung eine grundlegende Veränderung der physikalischen Bodeneigenschaften und der Bevölkerungsdichte an Milben und Collembolen antreffen, geht umgekehrt die Veränderung der Bodeneigenschaften nach der Aufforstung von Weideboden nur langsam vor sich. Denn nach Leiningen macht sich selbst 50 Jahre nach der Aufforstung der lockernde Einfluß des Bestandes, wenigstens bei reinem Fichtenanbau, nur in den obersten Schichten des Bodens langsam bemerkbar. (Günstiger wirken Lärche, Zirbe und besonders die Laubhölzer.)[1])

Durch die vorliegende Untersuchung findet auch die Vermutung Ramanns: „Mit dem Verschwinden des Waldes wird sicher ein großer Teil der erdlebenden Tiere die Möglichkeit ihrer Existenz verlieren, und mit deren Vernichtung wird das Eindringen des Wassers in den Boden beschränkt werden, und natürlich auch die Wasserversorgung der Vegetation wie der Quellen sich wesentlich ungünstiger gestalten“ ihre Bestätigung.

## Einfluß der Milben und Collembolen auf den Kreislauf der organischen Substanz.

Auf die Rolle, die den Bodentieren als Beschleuniger der Zersetzung der Abfallstoffe im Walde zukommt, ist bereits am Beginne der Arbeit hingewiesen worden. Die Bedeutung der Milben und Collembolen für den Kreislauf der organischen Substanz im Boden, geht aus den Nahrungsmengen hervor, die diese Tiere brauchen. Nach den Berechnungen von Soudek (1928), die den folgenden Betrachtungen zugrunde gelegt werden, passieren innerhalb von 24 Stunden den Darmkanal eines Collembolen im Durchschnitt 0,024 $mm^3$ Nahrung, den Darm einer Milbe durchschnittlich 0,0049 $mm^3$. Für sein Untersuchungsgebiet, Adamstal bei Brünn nimmt Soudek 300 Fraßtage im Jahre an. Für das vorliegende Untersuchungsgebiet von Lunz am See mit viel kürzerer Vegetationsperiode können wohl nur 250 Fraßtage im Jahre zugrunde gelegt werden.

Für die einzelnen Bodenstellen ergeben sich sonach folgende Mengen von organischer Substanz je ein Quadratmeter Boden und Berücksichtigung der obersten 10 cm starken Bodenschicht (ohne Streudecke), die den Darm von Collembolen und Milben im Verlaufe eines Jahres passieren:

[1]) Der gleiche Autor weist übrigens auch darauf hin, daß die Luftkapazität auch durch die lebende Bodendecke beeinflußt werden kann; „im Oxalistypus trifft man bei mäßig saurer Reaktion ziemlich hohe Luftkapazität, vom Myrtillus- zum Callunatypus steigt der Säuregrad, und die Luftkapazität geht zurück.“

Reihe A.

| | | |
|---|---|---|
| Bodenstelle: | I | 486,96 cm³ |
| „ | II | 138,24 „ |
| „ | III | 86,16 „ |
| „ | IV | 577,68 „ |
| „ | V | 91,56 „ |
| „ | VI | 771,84 „ |
| „ | VII | 101,40 „ |
| „ | VIII | 421,56 „ |
| „ | IX | 3,08 „ |
| „ | X | 65,52 „ |
| „ | XI | 131,04 „ |
| „ | XII | 693,48 „ |
| „ | XIII | 16,8 „ |
| „ | XIV | 201,00 „ |
| „ | XV | 36,24 „ |

Reihe B.

| | | |
|---|---|---|
| Bodenstelle: | $K_1$ | 305,76 cm³ |
| „ | $K_2$ | 243,00 „ |
| „ | $K_3$ | 189,48 „ |
| „ | 1 | 211,80 „ |
| „ | 2 | 153,36 „ |
| „ | 3 | 653,88 „ |
| „ | 3a | 785,04 „ |
| „ | 4 | 195,96 „ |
| „ | 5 | 131,52 „ |

Es sind, wie aus den angeführten Zahlen hervorgeht, recht erhebliche Mengen, die in den Nahrungskreislauf der Bodenmilben und Collembolen einbezogen werden.

Diese Zahlen sprechen aber auch deutlich für die unbedingte Notwendigkeit der ungestörten Erhaltung der Lebensgemeinschaft der Bodentiere. Werden durch menschliche Eingriffe, die für die Milben und Collembolen günstigen bodenphysikalischen Eigenschaften sowie die Menge der organischen Substanz verringert, so geht Hand in Hand damit eine Verringerung der Bevölkerungsdichte dieser Tiere. Diese Abnahme ist um so größer, je geringer die Luftkapazität und die Menge der organischen Substanz werden. Es wurde bereits vorne betont, daß das Vorhandensein der Milben und Collembolen im Boden von großer Bedeutung für den Kreislauf der organischen Substanz ist. Wir werden daher mit Rücksicht auf die Erhaltung des besten Bodenzustandes nur solche wirtschaftliche Maßnahmen im Walde durchführen, die den im Boden lebenden Milben und Collembolen günstige Lebensbedingungen sichern und damit die Erzeugungskraft des Bodens gewährleisten.

## Die Gruppen der beobachteten Milben und Collembolen.

Von den in den einzelnen Bodenstellen auftretenden Milben sollen nur die am häufigsten erhaltenen Familien der einzelnen Unterordnungen erwähnt und in einer kurzen Übersicht dargestellt werden.

1. Parasitiformes:
   - fam. *Parasitidae*
   - fam. *Ascaidae*
   - fam. *Polyaspididae*

2. Trombidiformes:
   - fam. *Bdellidae*
   - fam. *Tydidae*

3. Sarcoptiformes:

Formenkreis *Oribatei*, Hornmilben:

- fam. *Notaspididae* (*Pterogasterina*)
- fam. *Nanhermanniidae*, fam. *Gamisidae*, fam. *Hypochthonidae* } *Macropylina*
- fam. *Lohmanniidae*, fam. *Damaeidae*, fam. *Dameosomidae* } *Brachypylina*
- fam. *Phthiracaridae* (*Ptyctima*)

Über das mengenmäßige Auftreten der einzelnen Unterordnungen bezw. Untergruppen und Zweige der Milben an der gesamten Milbenbevölkerung der einzelnen Bodenstellen geben die Tabellen VII und VIII Aufschluß. In allen untersuchten Böden des Gebietes von Lunz am See überwiegen weitaus die *Sarcoptiformes*, und zwar die *Oribatei*. Von den *Oribatei* sind die *Brachypylina* am häufigsten vertreten. In den geschlossenen Fichtenbeständen der tieferen Lagen (Reihe B, Tabelle VIII) stellen die *Brachypylina* in den meisten Fällen die Hälfte oder nahezu die Hälfte der Gesamtmilbenzahl. Den zweiten Platz nehmen die *Macropylina* und den dritten die *Gamasides* (*Parasitiformes*) ein. Auch bei den Böden der Reihe A (Tabelle VII), die sich auf verschiedene Böden, verschiedene Pflanzenbestände und verschiedene Höhenlagen erstrecken, treten in den meisten Fällen die *Brachypilina* am häufigsten auf.

Ein starkes Zurücktreten der *Brachypylina* zugunsten der *Pterogasterina* ist nur in den Böden der Bodenstellen II und III (Tabelle VII) zu verzeichnen, ohne daß hierfür eine greifbare Ursache anzugeben wäre. Stelle III, bei der nahezu die Hälfte der Milbenbevölkerung aus *Pterogasterina* besteht, ist dadurch gekennzeichnet, daß sie am Grunde einer Dolline eines Kaltluftbeckens liegt, in dem die Lufttemperatur in der Nacht, auch während der hier kurzen Vegetationsperiode, stark absinkt. Es handelt sich um jene Stelle, wo die tiefsten gemessenen Temperaturminima Mitteleuropas auftreten. Es darf angenommen werden, daß die *Pterogasterina* vielleicht gegen Temperaturextreme noch viel widerstandsfähiger sind als

die anderen Milben und daher hier den größten Anteil an der Gesamtmilbenbevölkerung stellen.

Die *Macropylina* treten nur in einer Bodenstelle besonders stark hervor. In der Bodenstelle VII (Tabelle VII) beträgt ihr Anteil an der Gesamtmilbenbevölkerung 52,5 %, dagegen treten die *Brachypylina* mit 8,2 % stark zurück. Hier handelt es sich um einen Boden am Rande des Hochmoores Rotmoos. Mit einem hohen Anteil an der Gesamtmilbenzahl 24,8 bzw. 36,6 % waren die *Macropylina* noch vertreten im Boden des Dürrnsteingipfels unter *Dryas* und in der Baumgrenze zwischen Herrenalm und Rosengarten (Tabelle VII), (Rasen mit *Alchimilla alpina*, *Potentilla*, *Carex*).

*Ptyctima* traten nur unter ganz bestimmten Verhältnissen stärker auf. In Böden von geschlossenen Fichtenbeständen und in Almwiese- und Almweideböden überschreitet ihr Anteil an der Gesamtmilbenzahl nur in einem besonderen Falle, wo es sich um eine sehr starke Alpenmoderauflage auf einem Felsblock in einem Fichtenbestand handelt 10 % (Tabelle VIII). Ein größerer Anteil der *Ptyctima* ist festzustellen in den Böden der Bodenstellen I, II, VIII und X, es sind dies durchweg Bodenstellen, die unter Latsche in Höhenlagen zwischen 1581 und 1855 m liegen.

*Trombidiformes* traten in größerer Menge (22,1 %) nur in einer Bodenstelle (Tabelle VII, Stelle XII), die unter einer starken toten Nadelstreudecke lag, auf.

Von den Collembolen war nur die Unterordnung *Arthropleona* vertreten, und zwar mit beiden Familien, den *Poduridae* und *Entomobryidae*.

## Schrifttum.


Bornebusch, C. H., Das Tierleben der Waldböden. Forstwissenschaftl. Centralbl. 1932, S. 253—266.

Escherich, K., Die Streufauna. Forstwissenschaftl. Centralbl. 1922, S. 23—29.

Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Bd. I.

Handschin, E., *Collembola*, Springschwänze. In: Biologie der Tiere Deutschlands 1926, Teil 25.

— — Die Ökologie der Collembolenfauna westfälischer Hochmoore. Ztschr. f. wissenschaftl. Insektenbiologie 1927, Bd. XXII.

Holdhaus, K., Über die Abhängigkeit der Fauna vom Gestein. Verhandlungen d. VIII. internat. Zoologen-Kongresses zu Graz. Jena, Verlag Fischer, 1910.

Leiningen-Westerburg, W. Graf zu, Forstwirtschaftliche Bodenbearbeitung, Düngung und Einwirkung der Waldvegetation auf den Boden. In: „Handbuch der Bodenlehre" 1931, Bd. IX.

Pfetten, J. Frh. v., Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu. Fichtenstreu-Untersuchungen. Ztschr. f. angew. Entomologie 1925, S. 35—54.

Pillai, S. K., Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu. Kiefernstreu-Untersuchungen. Ztschr. f. angew. Entomologie 1921, Bd. VIII, S. 1—30.

Ramann, E., Forstliche Bodenkunde und Standortslehre.

Schreckenthal-Schimitschek, Gertrud, Die Bodenarten und ihre Eigenschaften an der vertikalen Verbreitungsgrenze der Holzarten in Gebieten der österreichischen Alpen. Beihefte zum Botan. Centralbl. 1935, Bd. LII, Abt. B, S. 447—548. (Hier auch das weitere bodenkundliche Schrifttum.)

Sellnick, M., *Oribatei.* In: Brohmers Tierwelt Mitteleuropas Bd. III.
Steinböck, O., Zur Lebensweise einiger Tiere des Ewigschneegebietes. Ztschr. f. Morphologie d. Tiere 1931, Bd. 20, S. 707—718.
— — Die Tierwelt des Ewigschneegebietes. Ztschr. d. deutschen u. österr. Alpenvereins 1931, S. 29—46.
Strebel, O., Biologische Studien an einheimischen Collembolen. Ztschr. f. wissenschaftl. Insektenbiologie 1928, Bd. XXIII.
Soudek, St., Fauna lesní hrabanky. Sborník vysoké školy zemědělské v Brně. Č. S. R. Fakulta lesnická 1928. Sign. D. 8. (Fauna of the forest soil.)
Trägårdh, I., Acariden aus dem Sarekgebirge. Wissenschaftl. Untersuchungen des Sarekgebirges in Schwedisch-Lappland 1910, Bd. IV.
— — Studies on the fauna of the soil in swedish forests. Skogshögskolans festkrift. Stockholm 1928.
— — Studies in the fauna of the soil in swedish forests. IV. Internat. Congress of Entomologie Vol. II. Naumburg a. d. S. 1929.
Trägårdh, I., und Forsslund, K. H., Untersuchungen über die Auslesemethoden beim Studium der Bodenfauna. Meddelanden fran Statens Skoksförsökanstalt 1932, Häfte 27, Nr. 2.
Ulrich, A. Th., Die Makrofauna der Waldstreu. Hannover, M. u. H. Schaper, 1933.
Vitzthum, H., *Acari.* In: Brohmers Tierwelt Mitteleuropas Bd. III.
— — *Acarina.* In: Biologie der Tiere Deutschland 1923, Teil 21.

# Die Gefährdung von Seidenraupen durch Arsenvergiftung.

Von

Prof. Dr. **H. Prell.**

(Zoologisches Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt,
Abteilung der Technischen Hochschule Dresden.)

Die besondere Bedeutung, welche neuerdings die Seidengewinnung in Deutschland erlangt hat, legt es nahe, nunmehr auch dem wichtigsten der seidenerzeugenden Schmetterlinge, dem Maulbeerseidenspinner, ein besonderes Interesse zuzuwenden. Dabei ist es aber keineswegs erforderlich, in allen Fällen von Grund auf neu aufzubauen, sondern es liegen, ganz abgesehen von einem reichen ausländischen Schrifttume, auch bei uns bereits mancherlei Untersuchungen vor, durch welche die Kenntnis vom biologischen Verhalten des Seidenspinners wesentlich gefördert wurde. Allerdings handelt es sich dabei in vielen Fällen nicht darum, daß gerade der Seidenspinner um seiner selbst willen bearbeitet wurde, sondern darum, daß er nur gleichsam zufällig als Untersuchungsgegenstand diente. Wenn es nämlich galt, bei irgendwelchen vergleichenden Untersuchungen an Schmetterlingsraupen möglichst weitgehend die Einflüsse der individuellen Variabilität auszuscheiden, lag es nahe, daß die Aufmerksamkeit auf die Seidenraupen als geeignete Versuchstiere gelenkt wurde, weil sie als hochgezüchtete Haustiere in verhältnismäßig weitgehend erbgleichen Zuchtstämmen zur Verfügung stehen und daher als „Standardtiere", also als Tiere von einer unter gleichen Bedingungen stets verhältnismäßig gleichartigen Reaktionsbereitschaft, besonders geeignet erscheinen mußten.

Selbstverständlich ist es nun möglich, unter nachträglicher Abwandlung der Fragestellung die Ergebnisse der ursprünglich zu ganz anderen Zwecken angestellten Versuche als Beiträge zur Kenntnis der Seidenraupen auszuwerten. Dies soll im folgenden hinsichtlich der Frage der Arsenempfindlichkeit der Seidenraupen geschehen, und im Anschlusse daran soll an der Hand einer Erfahrung aus dem Seidenbau gezeigt werden, daß die zunächst abgeleiteten wissenschaftlichen Feststellungen bereits eine nicht unerhebliche praktische Bedeutung besitzen.

* * *

Untersuchungen über die Einwirkung von Arsen auf die Seidenraupen wurden seitens der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in erheblichem Umfange angestellt, über welche im Rahmen einer Sammlung von „Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln" berichtet worden ist. Diese wertvollen Mitteilungen mögen für das weitere als Grundlage dienen.

Die erste Frage, welche sich im Gange der neuen Auswertung der Versuchsergebnisse bei der Pflanzenschutzmittelprüfung erhebt, gilt der Feststellung der geringsten für Seidenraupen tödlichen Arsenmenge, also der Dosis letalis minima des Arsens bei der Vergiftung von Seidenraupen. Zu ihrer Beantwortung liefern die Untersuchungen über die Giftwertbestimmung und der Giftwirkung einiger Arsenverbindungen von Trappmann und Nitsche[1]) sehr wesentliche Daten, welche bereits eine weitgehende Klärung ermöglichen.

Für die in Betracht kommenden Versuche wurden verschiedene im Pflanzenschutz übliche Giftbrühen, also ihrer Zusammensetzung nach genau bekannte wäßrige Aufschwemmungen von Kupferarsen, Bleiarsen und Kalkarsen[2]), allein oder mit Zusatz von Kupferkalkbrühe oder Schwefelkalkbrühe, verwendet. Diese Brühen wurden so über Maulbeerblätter versprüht[3]), daß im Durchschnitt immer eine Menge von etwa 3 mg Spritzbrühe auf 1 qcm Blattoberfläche gelangte und dort dann antrocknete.[4]) Solche vergifteten Blätter wurden den Versuchsraupen als Futter gereicht und von ihnen auch ohne weiteres angenommen. Der Umfang der Giftaufnahme wurde dann durch zeichnerische Wiedergabe des verzehrten Anteiles der Blattspreite und durch seine planimetrische Ausmessung festgehalten.

Bei der Auswertung der so gewonnenen Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß die Raupen so lange weiterfressen, bis die Verdauung des aufgenommenen Giftfutters dazu führt, daß das Gift sich schädigend auswirkt; erst dann wird die weitere Nahrungsaufnahme vorübergehend oder endgültig eingestellt. Die Seidenraupe hört also keineswegs zu

---

[1]) Trappmann, W., und Nitsche, G., Beiträge zur Giftwertbestimmung und zur Kenntnis der Giftwirkung von Arsenverbindungen (Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, V). Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 1933, Heft 46, S. 61—89.

[2]) Es handelte sich bei den für das weitere in Betracht kommenden Versuchen um ein Schweinfurtergrün mit 56,7 % $As_2O_3$, um ein Gemisch von 86 % Dibleiarsenat und 14 % Tribleiarsenat mit 30,8 % $As_2O_5$ und um ein schwach basisches Calciumarsenat mit 57,8 % $As_2O_5$.

[3]) Trappmann, W., und Nitsche, G., Eine einfache Dosierungsvorrichtung für Spritzmittel bei Laboratoriumsversuchen (Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, VII). Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst 1934, XIV. Jg., S. 51—52.

[4]) In bin Herrn Oberregierungsrat Dr. Trappmann für die Mitteilung sehr dankbar, daß dieser erst 1934 bekanntgegebene Zahlenwert auch für seine 1933 veröffentlichten Seidenraupenversuche gilt.

fressen auf, wenn sie die tödliche Arsenmenge aufgenommen hat; die aufgenommene Giftmenge kann demgemäß größer oder sogar viel größer sein als die Dosis letalis minima.

Bei den Dahlemer Mittelprüfungen wurden zahlreiche Reihen von verschieden vielen (10—50) gleichzeitig eingeleiteten Einzelversuchen mit Raupen gleichen Alters angestellt, bei welchen ermittelt wurde, wie viele Raupen jeweils am ersten Tage oder zu späteren Zeiten nach der Giftzufuhr eingingen. Von den mitgeteilten Zahlen kommen dabei für die Feststellung der Dosis letalis minima naturgemäß nur diejenigen in Betracht, welche sich auf Versuchsreihen beziehen, in denen alle Versuchstiere eingegangen sind und somit sicher die aus der geringsten angegebenen Fraßfläche zu errechnende Giftaufnahme bereits zum Tode geführt hat. Angesichts der Tatsache, daß ja nur ein ganz geringer Bruchteil der tatsächlich ermittelten Versuchsergebnisse veröffentlicht worden ist, darf sonach mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch noch geringere Arsenmengen, als die jetzt mitgeteilten, bereits todbringend wirken könnten. Auf der andern Seite ist aber auch zu bedenken, daß bei der Art der Versuchsanordnung vielleicht einmal eine etwas größere Arsenmenge aufgenommen worden sein könnte, als dies aus verzehrter Blattspreite und mittlerem Arsenbelag abzuleiten ist[1]). Man muß sich also grundsätzlich darüber klar sein, daß die weiterhin errechneten Werte nicht als endgültig angesehen werden dürfen, sondern daß sie nur Näherungswerte darstellen.

Aus diesem Grunde ist es vielleicht zweckmäßig, nicht kurzerhand von der Dosis letalis minima des Arsens für Seidenraupen zu sprechen, sondern nur von einer „praktischen" Dosis letalis minima. Damit würde zum Ausdruck gebracht werden, daß man schon jetzt bei der praktischen Seidenraupenzucht mit der betreffenden Arsenmenge als einer todbringenden Menge rechnen darf, daß man aber bei weiterer Durcharbeitung der Angelegenheit mit gewissen Änderungen des Grenzwertes rechnen muß, vermutlich darin bestehend, daß die wahre Dosis letalis minima geringer ist oder wenigstens unter dem Einfluß bestimmter Begleitumstände geringer sein kann.

---

[1]) Da es mir möglich erschien, daß vielleicht der errechnete Arsenbelag von dem tatsächlich vorhandenen — etwa wegen Verdunstung des Wassers bei der Versprühung — abweichen könnte, erbat ich von Herrn Dr. Trappmann eine Nachprüfung der Frage durch die chemische Analyse einiger von ihm selbst nach seinem Verfahren hergestellter Spritzflächen. Dabei ergab sich nach seiner freundlichen Mitteilung, daß bei Calciumarsenat und Bleiarsenat die tatsächlich vorhandene Arsenmenge das 1,11fache bezw. das 1,04fache, bei Kupferarsenit aber nur das 0,9fache der errechneten Arsenmenge betrug. Die erwartungsgemäß etwas größere Arsenmenge bei den Arsenaten ist wohl auf die Verdunstung des Wassers, die überraschenderweise etwas kleinere Arsenmenge beim Arsenit dagegen vermutlich auf die geringere Schwebfähigkeit des Giftpulvers in der Brühe zurückzuführen. Für das Versuchsergebnis selbst sind diese Abweichungen ohne Belang.

## Tabelle I.

### Für Seidenraupen tödliche Arsenmengen.

(Zusammengestellt nach den Versuchen von Trappmann und Nitsche 1933.)

| Tabelle bei Trappmann und Nitsche | Versuchsreihe | Alter (Stadium) der Versuchsraupen | Zahl | Totenfall in % 1. Tag | Totenfall in % 2.—6. Tag | Fraßfläche in qmm Größte | Fraßfläche in qmm Kleinste | Arsenverbindung der geprüften Brühe | Zusätze der geprüften Brühe | Arsengehalt der Brühe in mg/l (= mmg/g) As | Errechnete Arsenmenge je qcm Blattspreite in mmg As | Errechnete kleinste tödliche Arsenmenge in mmg As je Raupe III. Stadium | IV. Stadium | V. Stadium |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VI | 1 | III | 40 | 100 | — | 52 | 10 | Cu, $As_2O_3$ | — | 642,53 | 1,92758 | 0,19 | — | — |
| | 2 | | 40 | 100 | — | 38 | 22 | „ | Cu, Ca | 642,53 | 1,92758 | 0,42 | — | — |
| VII | 1 | IV | 40 | 100 | — | 157 | 120 | „ | — | 642,53 | 1,92758 | — | 2,31 | — |
| | 2 | | 40 | 97,5 | 2,5 | 120 | 65 | „ | Cu, Ca | 642,53 | 1,92758 | — | 1,25 | — |
| VIII | 1 | V | 50 | 96 | 4 | 950 | 138 | „ | — | 642,53 | 1,92758 | — | — | 2,66 |
| IX | 1 | V | 20 | 95 | 5 | 612 | 188 | „ | — | 642,53 | 1,92758 | — | — | 3,62 |
| | 2 | | 20 | 70 | 30 | 435 | 118 | „ | Cu, Ca | 642,53 | 1,92758 | — | — | 2,27 |
| XIII | 1 | V | 10 | 100 | — | 329 | 46 | „ | — | 642,53 | 1,92758 | — | — | 0,89 |
| VI | 3 | III | 40 | 97,5 | 2.5 | 81 | 14 | Pb, $As_2O_5$ | — | 800,80 | 2,40240 | 0,34 | — | — |
| | 4 | | 40 | 95 | 5 | 45 | 7 | „ | Cu, Ca | 800,80 | 2,40240 | 0,17 | — | — |
| VII | 3 | IV | 40 | 100 | — | 127 | 63 | „ | — | 800,80 | 2,40240 | — | 1,51 | — |
| | 4 | | 40 | 100 | — | 162 | 93 | „ | Cu, Ca | 800,80 | 2,40240 | — | 2,23 | — |
| | 5 | | 40 | 100 | — | 209 | 53 | „ | S, Ca | 800,80 | 2,40240 | — | 1,27 | — |
| VIII | 3 | V | 50 | 96 | 4 | 1425 | 950 | „ | — | 800,80 | 2,40240 | — | — | 22,82 |
| IX | 3 | V | 20 | 80 | 20 | 819 | 279 | „ | — | 640,64 | 1,92192 | — | — | 5,19 |
| | 4 | | 20 | 80 | 20 | 906 | 336 | „ | Cu, Ca | 640,64 | 1,92192 | — | — | 6,46 |
| XIII | 4 | V | 10 | 70 | 30 | 487 | 210 | Ca, $As_2O_5$ | — | 1284,89 | 3,85468 | — | — | 8,09 |

In der beigefügten Übersicht (Tab. I) sind alle diejenigen Werte zusammengestellt, welche aus der Gesamtheit der von Trappmann und Nitsche mitgeteilten Zahlen für die hier zur Rede stehende Frage von Bedeutung sind, und daraus ist dann errechnet, welche Arsenmengen bei den einzelnen Versuchen die Raupen noch zu töten vermochten.

Ohne auf weitere Einzelheiten in diesem Zusammenhange eingehen zu können, sei nur als wichtigstes Ergebnis der tabellarischen Zusammenstellung nochmals kurz hervorgehoben: Die „praktische“ Dosis letalis minima des Arsens ist einstweilen für Seidenraupen im III. Raupenstadium auf etwa 0,3 mmg und im IV. Raupenstadium auf etwa 1,7 mmg, ferner im V. Raupenstadium bei Arseniten auf etwa 3 mmg und bei Arsenaten auf etwa 6—8 mmg As je Raupe zu schätzen. Die bereits vorliegenden Einzelergebnisse legen aber die

Annahme nahe, daß die wahre Dosis letalis minima merklich niedriger ist[1]).

Nachdem es gelungen ist, auf Grund der vorliegenden Versuche zu einer gewissen Klarheit über die Arsenmenge zu gelangen, welche gerade noch eine Seidenraupe abzutöten vermag, drängt sich von selbst die zweite Frage auf, welche die Wirkungen nicht tödlicher Arsenmengen auf Seidenraupen betrifft.

Die Vermutung liegt nahe, daß Seidenraupen, welche nur eine Dosis toxica des Arsens, also eine nicht mehr tödliche Arsenmenge aufgenommen haben, zwar nicht eingehen, aber doch unter dem Einfluß des Giftes merklich kränkeln. Dabei könnte man sich gut vorstellen, daß in einem solchen Falle die Nahrungsaufnahme eingeschränkt werden würde, und daß als weitere Folge dann nur eine unzureichende Speicherung von Reservestoffen stattfinden könnte. Der so entstandene Mangel an verfügbaren Reservestoffen aber würde bei denjenigen Gelegenheiten in Erscheinung treten müssen, bei welchen solche Reservestoffe eine entscheidende Bedeutung erlangen: das gilt beispielsweise für die Produktion von Spinnfaden zur Kokonherstellung und für die Eibildung. Mögen nun die Dinge so liegen, wie eben angedeutet, oder mögen andere, verwickeltere Zusammenhänge zu berücksichtigen sein — jedenfalls hat es sich vollkommen bestätigt, daß durch Arsengaben auch zunächst nicht erkennbare Schädigungen bei Seidenraupen hervorgebracht, und zwar daß gerade das Spinnvermögen und die Fortpflanzungsfähigkeit herabgesetzt werden können. Als Beleg seien nur einige darauf bezügliche Angaben im Wortlaut wiedergegeben.

Was zunächst die allgemeine Schwächung der Raupen und die damit zusamenhängende Verringerung der Körpergröße und der Seidenproduktion anlangt, so äußern sich Trappmann und Nitsche dazu folgendermaßen: „Diejenigen Seidenraupen, welche die Calciumarsenatvergiftung überstanden und sich verpuppten, blieben als Raupen in ihrer Größe stets merklich hinter normal gefütterten Tieren zurück und zeigten eine erhebliche Entwicklungsverzögerung, zum Teil 10 bis 14 Tage länger als normale Tiere; sie ergaben nach Beendigung des Raupenstadiums deutlich schwächere Puppen, von denen ein großer Prozentsatz nicht mehr zum Schlüpfen der Falter kam“ (S. 81 u. 82); eine Abbildung veranschaulicht den erstaunlichen Unterschied der

[1]) Nur beiläufig sei bemerkt, daß Bulger (1932) bei seinen Untersuchungen über die Dosis letalis media von Saurem Bleiarsenat für Seidenraupen im IV. Stadium zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich der Dosis letalis minima von As gelangt ist. Aus seinen Versuchen ergibt sich für Bleiarsenat mit Zusatz von Calciumcaseinat eine Dosis letalis minima von 0,06 mg/g $PbHAsO_4$, also umgerechnet 5,4 mmg/g As; nach dem Kurvenverlauf sind diese Werte vermutlich auf knapp die Hälfte zu verringern. Für die einzelne Raupe (mit 1/3 g für 0,3—0,4 g eingesetzt) hätte man nach diesen Versuchen eine Dosis letalis minima von etwa 1,8 mmg (oder halb soviel) anzunehmen. Vgl. Bulger, J. W., Additions to our Knowledge of the Toxicity of Stomach Poisons to Insects. Journ. Entom. 1932, Vol. XXV, p. 261—268.

Kokons von gesunden und vergifteten Raupen nach Größe und Gespinstbeschaffenheit.

Was weiter die Beeinflussung der Fortpflanzungsverhältnisse anlangt, so geben darüber die Versuche von Voelkel[1]) Aufschluß, welcher Seidenraupen des letzten Stadiums einerseits mit einem Arsenit (ohne nähere Angabe[2]), mit etwa 33 % $As_2O_3$) und andererseits mit einem Arsenat (Kalkarsen mit etwa 20 % $As_2O_5$) vergiftete, die aus den überlebenden Raupen bezw. Puppen hervorgehenden Falter zur Eiablage brachte und im nächsten Jahre daraus eine Sprößlingsgeneration aufzuziehen versuchte. Über die dabei erzielten Erfolge berichtet die beigefügte Tabelle (Tab. II), in welche außerdem nicht nur verschiedene aus den Versuchsergebnissen errechnete Zahlen aufgenommen wurden, sondern welche dank dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Regierungsrat Dr. Voelkel auch durch einige weitere, bisher noch nicht bekannt gegebene Feststellungen ergänzt werden konnte. Auf Grund seiner Versuche kommt Voelkel zu dem Ergebnis: „Bei allen Nachkommen der Tiere, die den Begiftungsversuch überlebten, fällt auf, daß in allen Entwicklungsstadien ein größerer Prozentsatz der Tiere abstarb. Ferner fiel auf, daß die Puppen sowie die daraus schlüpfenden Falter fast ausnahmslos kleiner waren... Die Zahl der abgelegten Eier war wesentlich geringer als bei normalen Tieren, ebenso nahm die Zahl der tauben Eier stark zu. — Man kann aus diesen Versuchen schließen, daß die von den Versuchstieren aufgenommene Giftmenge nicht genügte, die Raupen selbst abzutöten, daß sie sich jedoch bei den Nachkommen auswirkte. Auffallend ist, daß sich bei den Seidenraupen die Nachwirkung des Calciumarsenates am geringsten bemerkbar macht, während die größte Wirkung durch das Arsenit ... erzielt wurde. Bemerkenswert ist auch die Verschiebung des Zahlenverhältnisses der weiblichen zu den männlichen Faltern in der nächstfolgenden Generation“ (S. 93).

Daß bei den bisher genannten Versuchen immer nur von der einmaligen Arsenzufuhr und ihren Folgen die Rede war, ist nach dem Gesagten wohl selbstverständlich, soll aber nochmals ausdrücklich betont werden. Das erscheint deshalb wünschenswert, weil es notwendig ist, zwischen den Auswirkungen einmaliger Arsengaben und denjenigen wiederholter Arsengaben zu unterscheiden. So gelangt man von selbst zu der dritten Frage bezüglich der Schädigung von Seidenraupen durch Arsen, der Frage nach dem Einfluß wiederholter Darreichung geringfügiger Arsenmengen auf Seidenraupen. Hierbei handelt es sich also um die Feststellung, ob Arsen-

[1]) Voelkel, H., Nachwirkungen verschiedener Insektizide auf Seidenspinner (Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, VI.). Mitt. a. d. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 1933, Heft 46, S. 91—94.

[2]) Die chemische Analyse des mir von Herrn Dr. Voelkel zur Verfügung gestellten Präparates („Schweinfurtergelb“), welche ich dem Pflanzenchemischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt verdanke, ergab, daß es sich um eine Eisenverbindung handelte.

Tabelle II.

Nachwirkungen einer einmaligen Arsenvergiftung von Seidenraupen auf die Nachkommenschaft.

(Zusammengestellt nach den Versuchen von Voelkel 1933.)

| | Eisenarsenit-vergiftung | | Calciumarsenat-vergiftung | | Kontroll-versuch | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Versuchsraupen | 10 | | 10 | | 20 | |
| Gesamtverlust | 6 | | 2 | | 0 | |
| Erzielte Falter (♂ : ♀) | 2 : 2 | | 4 : 4 | | 9 : 11 | |
| Gesamte Eizahl | 158 | | 765 | | 2874 | |
| Mittlere Eizahl je ♀ | 79 | | 191,25 | | 319,3 | |
| Geschlüpfte Eier | 20,5 | | 132,75 | | 298,3 | |
| Taube Eier | 58,5 | | 58.5 | | 21 | |
| Taube Eier[1]) | 117 | 74,1 % | 234 | 30,6 % | 189 | 6,6 % |
| Geschlüpfte Eier[1]) | 41 | 25,9 „ | 531 | 69,4 „ | 2685 | 93,4 „ |
| Tote Raupen[1]) | 41 | 25,9 „ | 289 | 37,8 „ | 67 | 2,3 „ |
| I. Stadium[2]) | 41 | 100 „ | 158 | 29,8 „ | 54 | 2,0 „ |
| II. Stadium[2]) | — | — | 84 | 15,8 „ | 13 | 0,5 „ |
| Spätere Stadien[2]) | — | — | 47 | 8,9 „ | 0 | 0 „ |
| Tote Puppen[1]) | — | — | 13 | 1,7 „ | 0 | 0 „ |
| Ebenso[2]) | — | — | 13 | 2,3 „ | — | — |
| Ebenso[3]) | — | — | 13 | 5,4 „ | — | — |
| Gesamtverlust[1]) | 158 | 100 % | 536 | 70,1 „ | 256 | 8,9 % |
| Erzielte Falter[1]) | 0 | 0 „ | 229 | 29,9 „ | 2618 | 91,1 „ |
| Geschlechtsverhältnis | — | | 78 : 151 | | — | |
| Gesamte Eizahl | — | | 13 596 | | — | |
| Mittlere Eizahl je ♀ | — | | 174,3 | | — | |

mengen, welche bei einmaliger Darreichung keinerlei Schaden hervorzubringen scheinen und daher wohl ohne weiteres in den Bereich der Dosis tolerata gerechnet werden dürfen, dann schädlich zu werden vermögen, wenn sie dem Körper wiederholt zugeführt werden. Auch in dieser Richtung liegen bereits Erfahrungen vor.

Schon im Jahre 1924 hat Speyer[4]) Versuche darüber angestellt, wie gelbsüchtige Seidenraupen auf eine längere Zeit fortgesetzte Zufuhr von sehr stark verdünnten Arsenmitteln reagieren, indem er ihr Futter mit kolloidalem Arsensulfid — welches nach der Vorschrift der Herstellerfirma in 0,03—0,075prozentiger Konzentration zur Schädlingsbekämpfung angewandt werden sollte[5]) — oder mit Natriumarsenat be-

[1]) Prozentzahlen angegeben in Prozenten der Gesamteizahl.

[2]) Prozentzahlen angegeben in Prozenten der geschlüpften Eier.

[3]) Prozentzahlen angegeben in Prozenten der erzielten Puppen.

[4]) Speyer, W., Beitrag zur Wirkung von Arsenmitteln auf Lepidopteren. Ztschr. f. angew. Entomol. 1925, XI. Jg., S. 395—399.

[5]) Nach freundlicher Auskunft der Herstellerfirma vom 16. Dezember 1936 enthielt das Präparat 18 % $As_2S_3$.

Tabelle III.

Wirkungen einer fortgesetzten Arsenvergiftung auf Seidenraupen und ihre Nachkommenschaft.

(Zusammengestellt nach den Versuchen von Speyer 1925.)

| | 0,01 prozent. Kolloidales Arsensulfid | | 0,005 prozent. Natriumarsenat | | Kontroll-versuch | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zahl der Versuchsraupen . . | 50 | | 50 | | 50 | |
| Dauer der Giftfütterung in Tagen | 25 | | 27 | | — | |
| Beginn der Verluste in Tagen . | 11 | | 1 | | 2 | |
| Gesamtverlust . . . . . | 41 | 82 % | 37 | 74 % | 42 | 84 % |
| Tote Raupen . . . . . | 34 | 68 „ | 29 | 58 „ | 35 | 70 „ |
| Tote Puppen . . . . . | 7 | 14 „ | 8 | 16 „ | 7 | 14 „ |
| Ebenso[1]) . . . . . | 7 | 43,75 % | 8 | 38,1 % | 7 | 46,67 % |
| Geschlüpfte Puppen . . . . | 9 | 56,25 „ | 13 | 61,9 „ | 8 | 53,33 „ |
| Erzielte Falter (♂ : ♀) . . . | 5 : 4 | | 11 : 2 | | 5 : 3 | |
| Gesamte Eizahl . . . . . | 1227 | | 343 | | 1107 | |
| Mittlere Eizahl je ♀ . . . . | 306,8 | | 171,5 | | 369 | |
| Befruchtete Eier . . . . | 288,8 | | 170 | | 353 | |
| Unbefruchtete Eier . . . | 18 | | 1,5 | | 16 | |
| Ungeschlüpfte Eier . . . | 14 | | 51 | | 11 | |
| Taube Eier[2]) . . . . . | 128 | 10,43 % | 105 | 30,61 % | 81 | 7,32 % |
| Unbefruchtete Eier[2]) . . . | 72 | 5,87 „ | 3 | 0,87 „ | 48 | 4,34 „ |
| Ungeschlüpfte Eier[2]) . . . | 56 | 4,56 „ | 102 | 29,74 „ | 33 | 2,98 „ |
| Ebenso[3]) : . . . . . | 56 | 4,85 „ | 102 | 30,00 „ | 33 | 3,12 „ |
| Geschlüpfte Eier . . . . . | 1099 | 89,57 „ | 238 | 69,39 „ | 1026 | 92,68 „ |

spritzte. Seine Ergebnisse sind in der beigefügten Übersicht (Tab. III) in etwas erweiterter Form wiedergegeben. Bei der Auswertung seiner Versuche „Über die Nachwirkung von schwachen Arsenvergiftungen“ und der dabei gewonnenen Zahlen kommt er hinsichtlich der Fortpflanzungsverhältnisse zu dem Ergebnis: „In beiden Arsenversuchen zeigt sich also beim Schlüpfen der Falter eine deutliche Nachwirkung der voraufgegangenen leichten Vergiftung der Raupen. Diese Nachwirkung wird noch deutlicher, wenn wir die Nachkommenschaft der Falter betrachten. Die Zahl der abgelegten befruchteten Eier ist schon in dem Versuch mit Arsensulfid wesentlich geringer als in der Kontrolle (82 %) und erreicht im Versuch mit Natriumarsenat nur 48 % von der Eizahl der Kontrolltiere. Daß sich in normalen Gelegen einige Eier befinden, die von den jungen Räupchen aus irgendwelchen Gründen nicht verlassen werden können, ist häufig zu beobachten. Auch von den Eiern meiner Kontrollfalter schlüpfen einige (3,1 %) nicht. Wiederum erhöht sich diese Zahl

[1]) Prozentzahlen angegeben in Prozenten der erzielten Puppen.
[2]) Prozentzahlen angegeben in Prozenten der befruchteten Eier.
[3]) Prozentzahlen angegeben in Prozenten der Gesamteizahl.

nur wenig in dem Versuch mit Arsensulfid (4,8 %), um bei Vorbehandlung mit Natriumarsenat bis auf 30 % emporzuschnellen" (S. 398).

Da erfahrungsgemäß das Arsensulfid wegen seiner geringen Löslichkeit weniger giftig für Tiere ist und sich nicht recht überblicken läßt, ob und inwieweit die kolloidale Verteilung bei der Verfütterung daran Wesentliches zu ändern vermag, ist es vielleicht angebracht, von den Versuchen mit dieser Arsenverbindung abzusehen. Um so wichtiger sind aber die Ergebnisse mit dem Natriumarsenat, dessen Löslichkeit vollkommen ausreicht und dessen hohe Giftigkeit für Insekten außer jedem Zweifel steht. Hier läßt sich mit voller Klarheit erkennen, was für folgenschwere Nachwirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit scheinbar unschädliche Arsengaben gelegentlich auszuüben vermögen.

Sprechen die Zahlen von V o e l k e l und S p e y e r über die Schädigung der Fortpflanzungsfähigkeit des Seidenspinners durch subletale Arsengaben schon hinreichend für sich selbst, so tritt das noch deutlicher hervor, wenn man, nach dem Vorgange von S p e y e r, errechnet, wieviel Prozent der nach den Kontrollversuchen zu erwartenden mittleren Nachkommenzahlen je Weibchen jeweils von den mittleren Nachkommenzahlen je Weibchen bei den Vergiftungsversuchen erreicht werden. Wenn man dabei nicht zwischen unbefruchteten Eiern und befruchteten (ungeschlüpften und geschlüpften) Eiern unterscheidet, wie S p e y e r das tut, sondern zwischen tauben Eiern (unbefruchteten und befruchteten ungeschlüpften) und geschlüpften Eiern, so ergibt sich nach der beigefügten Übersicht (Tab. IV) das Folgende: Nach V o e l k e l ist bei der einmaligen Vergiftung mit Eisenarsenit oder Calciumarsenat in der ersten Nachkommengeneration die mittlere Gesamteizahl auf etwa ein Viertel bezw. die Hälfte gesunken, während gleichzeitig die mittlere Taubeizahl bei beiden Giften auf nahezu das Dreifache gestiegen ist; in der zweiten Nachkommengeneration einmal mit Arsenat vergifteter Seidenraupen beläuft sich die relative mittlere Gesamteizahl immer noch auf nur etwa die Hälfte der mittleren Gesamteizahl der Kontrolle. Nach S p e y e r ist bei der chronischen leichten Natriumarsenatvergiftung die mittlere Gesamteizahl auf etwa die Hälfte gesunken und obendrein die mittlere Taubeizahl etwa auf das Doppelte gestiegen.

Für die Beurteilung des Arsens als eines die Gesundheit von Seidenraupen gefährdenden Giftstoffes sind diese Befunde über eine schleichende Nachwirkung der Giftaufnahme selbstverständlich von größter Bedeutung. Sie lehren sehr eindrucksvoll, daß die Feststellung der innerhalb mehr oder weniger kurzer Zeit tödlich wirkenden Arsenmenge nur einen gewissen Anhaltspunkt zu geben vermag, daß damit aber noch längst nicht die ganze Gefährlichkeit der Arsenzufuhr erschöpfend umschrieben ist. Es ist vielmehr sehr wohl im Auge zu behalten, daß auch unterhalb der Dosis letalis minima gelegene Giftmengen, die man im allgemeinen als Dosis toxica bezeichnet, und bei länger währender Darreichung offenbar auch solche, welche man eigent-

Tabelle IV.

Nachwirkungen der Arsenvergiftung von Seidenraupen auf die Nachkommenschaft.

(Errechnet nach den Versuchen von Voelkel 1933 und Speyer 1925.)

| | Mittlere Gesamteizahl | | Mittlere Taubeizahl | | Mittlere Schlüpfeizahl | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Einmalige Giftaufnahme: | [1]) | [2]) | [1]) | [2]) | [1]) | [2]) |
| *Erste Nachkommengeneration:* | | | | | | |
| Kontrollversuch . . . . . | 319,3 | 100,0 % | 21 | 100,0 % | 298,3 | 100,0 % |
| Eisenarsenit . . . . . | 79 | 24,7 „ | 58,5 | 278,6 „ | 20,5 | 6,9 „ |
| Calciumarsenat . . . . . | 192,3 | 58,9 „ | 58,5 | 278,6 „ | 132,8 | 44,5 „ |
| *Zweite Nachkommengeneration:* | | | | | | |
| Kontrollversuch . . . . . | 312 | 100,0 „ | . | . | . | . |
| Calciumarsenat . . . . . | 174 | 55,8 „ | . | . | . | . |
| Fortgesetzte Giftaufnahme: | | | | | | |
| *Erste Nachkommengeneration:* | | | | | | |
| Kontrollversuch . . . . . | 369 | 100,0 % | 27 | 100,0 % | 342 | 100,0 % |
| Arsensulfid . . . . . | 306,8 | 77,5 „ | 32 | 118,5 „ | 274,8 | 80,3 „ |
| Natriumarsenat . . . . . | 171,5 | 46,5 „ | 52,5 | 194,4 „ | 119 | 33.3 „ |

lich als Dosis tolerata ansprechen würde, eine sehr wichtige Rolle spielen können. Sie sind nicht nur imstande, das Wohlbefinden der Raupen zu stören, sondern sie vermögen unter Umständen durch weitgehende Drosselung der Seidenproduktion und außerdem vor allem durch Verringerung der Fortpflanzungsfähigkeit ausgesprochene Schädigungen hervorzubringen, welche das Ergebnis einer Seidenraupenzucht sehr fühlbar zu mindern geeignet sind.

* * *

Die auf dem Wege eigentlich anders gerichteter Versuchsarbeit gemachten Feststellungen über die Arsenempfindlichkeit der Seidenraupen sind zweifellos von erheblichem theoretischem Interesse. Wenn man sich aber die Frage vorlegt, ob solche Feststellungen auch für den wirtschaftliche Zwecke verfolgenden Seidenraupenzüchter, also für den praktischen Seidenbauer, von Wert sind, so wird man wohl dazu neigen, das kurzerhand zu verneinen. Wer sollte denn auch seinen Seidenraupen arsenvergiftetes Futter vorsetzen?

Diesem ersten und so durchaus einleuchtenden Eindruck gegenüber ist mit Nachdruck festzustellen, daß die Klärung der Arsenempfindlichkeit der Seidenraupe keineswegs nur eine Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnis darstellt, sondern daß darüber hinaus der Satz gilt:

[1]) Mittlere Anzahl der Eier je Weibchen.

[2]) Relative mittlere Anzahl der Eier je Weibchen, ausgedrückt in Prozenten der entsprechenden Eizahl bei dem zugehörigen Kontrollversuch.

Die Kenntnis der Arsenvergiftung von Seidenraupen ist von erheblicher praktischer Bedeutung für den Seidenbau.

Die Möglichkeit, daß ein Züchter unwissentlich seinen Seidenraupen arsenhaltiges Futter reicht, ist keineswegs ausgeschlossen, und es ist bei rätselhaften Verlusten an Seidenraupen unbedingt notwendig, auch das Vorliegen einer Arsenvergiftung mit in Betracht zu ziehen — ein Gedanke, welcher bisher anscheinend überhaupt noch niemals ernstlich erwogen worden ist. Sobald man diesem Sachverhalte aber Rechnung trägt, gewinnt die Kenntnis von der Dosis letalis minima sofort ein sehr wesentliches Interesse, denn nur sie ermöglicht es, im Einzelfalle klar zu beurteilen, ob die in eingegangenen Seidenraupen etwa festgestellte Arsenmenge als Todesursache angesprochen werden kann oder nicht.

Was nun die Herkunft der Giftstoffe anlangt, durch deren Aufnahme die Seidenraupen sich eine Arsenvergiftung zuziehen können, so wird man zunächst — insbesondere auch unter dem Eindrucke der vorangegangenen Erörterungen — daran denken, daß es arsenhaltige Schädlingsbekämpfungsmittel sind, welche eine Gefahr für die Seidenraupen darzustellen vermögen. Das ist an sich zweifellos richtig; trotzdem ist die hier schlummernde Gefahr sicher nicht sehr groß. Einerseits hat die Tatsache, daß der Maulbeerbaum nicht zur einheimischen Pflanzenwelt gehört, die erfreuliche Folge, daß er bei uns fast ganz frei von Schädlingen ist, und daß man daher kaum in die Lage kommen wird, Maulbeerbäume mit Schädlingsbekämpfungsmitteln zu behandeln. Andererseits wird sich jeder Seidenraupenzüchter darüber vollkommen im klaren sein, daß Gifte, durch welche Schadinsekten abgetötet werden sollen, selbstverständlich Nutzinsekten nicht verschonen; er wird also ganz von selbst peinlichst darüber wachen, daß seine Maulbeerbäume nicht etwa bei der Anwendung von giftigen Pflanzenschutzmitteln auf beliebigen benachbart wachsenden Pflanzen zufällig mit begiftet werden. Insbesondere wird er sich jederzeit hüten, möglicherweise irgendwie mit Gift bespritzte oder bestäubte Maulbeerblätter kurzerhand an Seidenraupen zu verfüttern.

Wie soll es dann aber zur Arsenvergiftung von Seidenraupen kommen?

Erfahrungen auf anderen Teilgebieten der Angewandten Zoologie waren es, welche mich auf den Verdacht führten, daß der Flugstaub aus den Abgasen gewisser Industriewerke auch für Seidenraupen gefährlich werden könnte. Dabei handelt es sich um den folgenden Tatbestand.

Seit Jahren ist es bekannt, daß in der Nähe von manchen großen Hüttenwerken die Bienenzucht unmöglich ist. In einigen Fällen ist der Ursache der immer wieder einsetzenden großen Bienenverluste planmäßig nachgegangen worden, und dabei hat sich herausgestellt, daß mit den Abgasen dieser Werke Arsen in nicht unerheblichen Mengen entweicht. In Gestalt von Arseniger Säure ($As_2O_3$), also „Weißem Arsenik", wird das Gift in den Rauchschwaden fortgetragen und dann

in geringerer oder größerer Entfernung, da wo die Rauchschwaden infolge von Abwinden niederbranden, am Boden und am Bodenbewuchs abgesetzt. Daß dabei für die Reichweite der Abgasschwaden sogar Entfernungen von 20 km und mehr in Betracht kommen, sei nur nebenbei erwähnt. Auf Nektar oder Honigtau fallendes Arsenik wird dann mit dem Zuckersaft von den Bienen verzehrt, auf Blütenpollen fallendes Arsenik wird mit dem Pollen als Bienenbrot zur Brutfütterung gespeichert — unmittelbar oder mittelbar gelangt also das Arsen in die Bienen und ihre Brut und tötet dieselben ab. Mit der Aufklärung eines solchen Falles von Massensterben der Bienenvölker habe ich selbst mich zu beschäftigen ausgiebig Gelegenheit gehabt.

Erst neuerdings habe ich dann weiter festgestellt, daß auch das freilebende Wild infolge des Verzehrens von Kräutern oder Sträuchern, auf welchen sich arsenhaltiger Flugstaub niedergeschlagen hat, an Arsenvergiftung erkranken kann[1]). Seit vielen Jahrzehnten wohlbekannte Krankheitsbilder, deren Ursache sich der Aufklärung bislang entzogen hatte, konnten jetzt als Folgen von Arsenaufnahme erwiesen werden. Diese Feststellungen decken sich mit den Erfahrungen der Landwirte in solchen Gegenden, daß bei ihnen Pferde, Rinder und andere Haustiere unter eigenartigen Erscheinungen erkrankten, welche in ihrem Charakter durchaus denjenigen beim Wild entsprechen und welche auch, wie schon verschiedentlich nachgewiesen werden konnte, auf die gleiche Ursache zurückgeführt werden dürfen.

Unter diesen Umständen erschien es mir äußerst wahrscheinlich, daß in Gegenden, in welchen mit der Ausstreuung von arsenhaltigem Flugstaub gerechnet werden muß, auch gelegentlich Arsenvergiftungen bei den Seidenraupen vorkommen mögen. Immerhin war das nur eine Vermutung, oder richtiger, es war eine Befürchtung, welche wegen ihrer Tragweite unbedingt erst der Bestätigung bedurfte, ehe ein Hinweis auf diese Gefahrenquelle angebracht erschien. Diese Bestätigung liegt jetzt vor.

Schon im vorigen Jahr erhielt ich gerüchtweise Kenntnis davon, daß ein Seidenraupenzüchter in einem Gebiete, dessen Bienenzucht schwer von Abgasschäden heimgesucht wird, erhebliche Raupenverluste erlitten habe. Leider ist von diesem Krankheitsfalle kein Material an mich gelangt, so daß mir eine Nachprüfung des Verdachtes, es möge sich um die Folgen einer Arsenvergiftung gehandelt haben, nicht möglich war.

In diesem Jahre trat nun in der Beispielsrauperei eines anderen Seidenraupenzüchters, des Herrn Fr. Schlombach in Tharandt, welchen ich früher gebeten hatte, mir bei etwa auftretenden Krankheitsfällen eingegangene Seidenraupen zu Untersuchungszwecken zur

---

[1]) Prell, H., Die Schädigung der Tierwelt durch Industrieabgase. Thar. Forstl. Jahrb. 1936, Bd. LXXXVII, S. 189—238. — Ders., Die Schädigung der Tierwelt durch die Fernwirkungen von Industrieabgasen. Arch. f. Gewerbepath. u. Gewerbehygiene 1937, Bd. VII, S. 656—670.

Verfügung zu stellen, gleichermaßen ein rätselhaftes Raupensterben auf. Diesmal erhielt ich dankenswerterweise einige tote Raupen als Studienmaterial zur Untersuchung [1]), und an diesem Materiale gelang es tatsächlich, wohl erstmalig ein Seidenraupensterben mit Sicherheit auf Arsenvergiftung zurückzuführen.

Über die Vorgeschichte und den Verlauf des zur Rede stehenden Raupensterbens ist, nach Angaben von Herrn Schlombach, das Folgende zu berichten.

Bei der von dem rätselhaften Raupensterben betroffenen Zucht handelte es sich um eine vierte Staffel von etwa 4000 Raupen, welche sich zunächst durchaus normal entwickelt hatten und bereits im fünften Stadium befanden. Zu diesem Zeitpunkt stellte sich heraus, daß die eigene Maulbeerpflanzung des Züchters nicht mehr das erforderliche Futter zu liefern vermochte, und auch andere in der Nachbarschaft gelegene Maulbeerbäume genügten nicht, um den Futterbedarf zu decken. Der Züchter mußte daher die weitere Umgebung nach Maulbeerbäumen absuchen und brachte bei der Gelegenheit am 11. September 1936 von Maulbeerbäumen in der benachbarten Industriestadt Freital, unweit des Bahnhofes Deuben und in etwa 200 m Abstand von einer großen Gußstahlhütte, für seine Raupen Futter heim, welches, wenn auch zunächst mit Zögern, angenommen wurde. Nach der Verabreichung des Futters, welche abends nach 20 Uhr erfolgte, wurden die Raupen nur kurz beobachtet; am nächsten Morgen aber hatten sie bereits mit der weiteren Nahrungsaufnahme aufgehört: die bisher vollkommen gesunden Raupen waren unverkennbar krank. Das offenbar unzuträgliche Futter, von welchem übrigens weniger, als zu erwarten gewesen wäre, verzehrt worden war, wurde daraufhin sofort ausgeschaltet, und durch rücksichtslose Heranziehung der letzten Vorräte anderweit Futter für die noch lebensfähigen Raupen beschafft. Leider war aber von den nahezu spinnreifen Raupen ein erheblicher Teil schon so schwer geschädigt, daß eine Erholung nicht mehr möglich war. Die ersten Raupen gingen etwa 22—24 Stunden nach der Fütterung ein, weitere folgten allmählich nach. Rund 2000 Raupen, also etwa die Hälfte der Zucht, gingen im ganzen zugrunde; die meisten starben, ohne zur Kokonbildung gekommen zu sein, während nur ein kleiner Teil imstande war, die Her-

[1]) Von dem verdächtigen Maulbeerlaub sandte der Seidenraupenzüchter, um ja nichts zu versäumen, auf meine Anregung unter eingehender Schilderung des Krankheitsfalles am 30. September 1936 auch eine Probe an die Reichsfachgruppe Seidenbauer in Celle und lieferte dann noch auf Anforderung am 6. Oktober 1936 weiteres, von den gleichen Bäumen stammendes Laub nach. An dem Laub konnten seitens der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh., Abteilung Seidenbau, keine Rauchbeschädigungen festgestellt werden, und Fütterungsversuche, bei welchen gesundes Maulbeerlaub mit dem von dem verdächtigen Laub abgespülten rußartigen Belag benetzt wurde, führten nicht zum Auftreten von Krankheitserscheinungen. Auf Grund dieser Feststellungen konnte der Verdacht des Einsenders, daß seine Raupen der Aufnahme rauchgeschädigten Futters erlegen seien, nicht als berechtigt anerkannt werden.

stellung der Kokons zu beginnen, dann aber in den mehr oder weniger unfertigen Gespinsten vor der Verpuppung einging. Die restlichen Raupen, welche vermutlich weniger von dem Giftfutter aufgenommen hatten, spannen sich in normaler Weise ein und verpuppten sich. Sie lieferten dabei Kokons, welche den Züchter nicht befriedigten und welche weiterhin als „Wirtschaftszucht" zur Verwendung kamen, wobei rund 65 % als erstklassig, rund 26 % als zweitklassig und rund 8 % als Abfall bewertet wurden. Ob die mangelhafte Qualität der Kokons auf den Futtermangel oder auf die Giftzufuhr zurückzuführen war, muß dahingestellt bleiben.

Von dem Krankheitsfalle wurden kurz nach Beginn des Sterbens dem Tharandter Zoologischen Institut einige Raupen zur Untersuchung eingeliefert (am 14. September 1936), welche aber infolge einer unglücklichen Verkettung der Umstände erst verspätet in meine Hand gelangten. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß die erste Untersuchung der Raupen, welche in meiner Abwesenheit von anderer Seite vorläufig vorgenommen wurde, negativ ausfiel, weil ja auch tatsächlich keine Seuche vorlag, mit deren Vorhandensein bislang in Krankheitsfällen allein zu rechnen nahezu als eine Selbstverständlichkeit angesehen wurde. Ich selbst konnte mich des Falles erst annehmen, als das Sterben bereits sein Ende erreicht hatte und die eingegangenen Raupen größtenteils schon — wie das mit Rücksicht auf die Gefahr des Vorliegens von Seuchen in solchen Fällen grundsätzlich als zweckmäßig angesehen werden muß — vernichtet worden waren. Glücklicherweise ist durch diese Verzögerung die endgültige Aufklärung des Falles nicht gestört worden, da genügend Raupen für die Untersuchung sichergestellt waren.

Von besonderem Interesse ist naturgemäß das Krankheitsbild, unter welchem sich das Raupensterben abgespielt hat. Es erscheint daher angebracht, dasselbe etwas ausführlicher zu schildern. Nach Mitteilung des Züchters fielen die erkrankten Raupen schon am ersten Morgen nach der Darreichung des gifthaltigen Futters durch eine deutliche Schwellung des Vorderkörpers auf. Dann stellte sich bei den Raupen eine Schwarzfärbung des Wulstes in der Brustregion ein, also des hinter den beiden dunklen, augenähnlichen Flecken gelegenen dicksten Abschnittes im Bereich des zweiten Brustringes. Von hier aus schritt die Verfärbung langsam nach hinten und auch nach vorn zu fort, so daß nach etwa 2 Tagen die meisten kranken Raupen ganz geschwärzt waren. Eigenartig war, daß die Raupen, deren Haut prall gespannt erschien, zum großen Teil sich nicht mehr recht auf den Füßen halten konnten, sondern auf die Seite fielen; ihr Kopf war merklich nach unten gekrümmt, während das Hinterende etwas nach oben gekehrt wurde. Anfänglich gaben auch die bereits teilweise verfärbten Raupen noch deutliche Lebenszeichen von sich; erst als die Schwarzfärbung sich etwa bis auf Fingerbreite dem Hinterende genähert hatte, gingen sie ein. Der anfangs ziemlich feste Körper wurde nach einiger Zeit allmählich

weich; die Haut blieb zwar unverändert, aber nach gewaltsamer Zerreißung derselben lief dann eine Flüssigkeit heraus. Schließlich wurden die Raupen durch Austrocknung allmählich faltig und schnurrten zu verschrumpften Mumien zusammen.

Die mir vorgelegten Raupen waren sämtlich äußerlich schwarz verfärbt; ein Teil von ihnen war bereits weitgehend eingeschrumpft, während einige noch verhältnismäßig wenig verändert erschienen und eine eigenartige sulzige Konsistenz aufwiesen; bei den letztgenannten Raupen sahen die Körpergewebe glasig oder gallertartig dunkelgrün aus, bei den anderen waren sie schmierig zersetzt; bei allen Raupen war der Darm prall mit fest zusammengepreßter Nahrung erfüllt. Im ganzen war ihr Zustand, auch bei den besterhaltenen Stücken, nicht mehr so, daß eine histologische Bearbeitung Aussicht auf irgendwelchen Erfolg versprochen hätte. Daß auch ich keinerlei Anzeichen dafür feststellen konnte, daß die Raupen einer der bekannten Seuchen oder einer sonstigen Ansteckungskrankheit erlegen seien, bedarf vielleicht kaum einer besonderen Hervorhebung. Erwähnt sei nur, daß einige Raupenleichen etwas verpilzt waren, doch wich das Krankheitsbild merklich von demjenigen bei echter Kalksucht ab; da sich auf den Maulbeerblättern jederzeit Pilzsporen befinden können, ist ein Auskeimen derselben im Raupenmagen und eine nachträgliche Durchsetzung des toten Raupenkörpers mit Pilzfäden sehr leicht möglich, ohne daß daraus irgendwelche weitergehende Schlüsse gezogen werden könnten.

Da ich nach dem ganzen Krankheitsbild, welches mir trotz langjähriger Erfahrung in der Untersuchung erkrankter Seidenraupen noch niemals begegnet war, sofort den Verdacht hegte, daß es sich um einen Fall von Vergiftung handeln möge, ließ ich mir noch eine ausreichende Probe des Futters, nach dessen Darreichung die Erkrankung aufgetreten war, zur Verfügung stellen, und obendrein wurde mir eine Probe weiterer Blätter übergeben, welche späterhin an der gleichen Stelle eingesammelt worden waren, von welcher das verdächtige Futter stammte. Das Laub machte durchweg einen guten Eindruck und wies vor allem, soviel sich das bei seinem Erhaltungszustande erkennen ließ, nicht die bekannten Rauchbeschädigungen auf, wie dieselben in erster Linie auf den Einfluß von Schwefliger Säure zurückzuführen sind. Auffallend war dagegen bei vielen Blättern die Verschmutzung, welche anscheinend durch Ruß hervorgerufen war.

Von den vergiftungsverdächtigen Raupen und von dem Maulbeerlaub, nach dessen Verfütterung das Raupensterben aufgetreten war, leitete ich Untersuchungsproben an die Staatliche Landesstelle für öffentliche Gesundheitspflege in Dresden, welche mir seit 3 Jahren bei meinen Untersuchungen über Arsenvergiftungen von Tieren durch Vornahme der chemischen Bearbeitung hilfreich zur Seite steht (die Durchführung dieser Arbeitsteilung hat sich als wünschenswert erwiesen, damit niemals gegenüber meinen Befunden der Verdacht geäußert werden kann, ein etwa geglückter Arsennachweis sei auf einen Fehler

meinerseits zurückzuführen). Von dort erhielt ich die Mitteilung, daß in den eingelieferten Raupen 862 mmg Arsen und in dem verdächtigen Futter 1275,4 mmg Arsen auf je 100 g Einwaage enthalten sei. Auf Anfrage erhielt ich dann noch die ergänzende Auskunft, daß auf 10 g ungefähr 3 Raupenleichen gekommen waren, eine Angabe, welche weitgehend derjenigen von A c q u a über das durchschnittliche Gewicht erwachsener lebender Seidenraupen (3,65 g) entspricht. Daß bei der Analyse im Laub etwa anderthalbmal so viel Arsen wie in den Raupen festgestellt werden konnte, ist ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß sich die Raupen ja wahrscheinlich nicht gerade mit dem vergifteten Laub ganz „vollgefressen" hatten, und wenn man weiter berücksichtigt, daß das Laub ziemlich trocken eingeliefert wurde, also einen wesentlichen Teil seines Eigengewichtes eingebüßt hatte, während die Raupen nur erst etwas eingeschrumpft waren.

Damit war nicht nur der Verdacht, daß Arsen bei der Angelegenheit im Spiel sei, einwandfrei bestätigt, sondern zugleich auch mit voller Klarheit erwiesen, daß wirklich eine tödliche Arsenvergiftung vorlag, denn die vorgefundene Arsenmenge (welche vermutlich in Gestalt von $As_2O_3$ aufgenommen worden war) überstieg bei weitem diejenige, welche bei Aufnahme der einfachen Dosis letalis minima im Raupenkörper hätte gefunden werden können. Handelte es sich doch darum, daß hier in der einzelnen Raupe, je nach der gewählten Ausdrucksweise, über 25 mmg As oder 35 mmg $As_2O_3$ oder 40 mmg $As_2O_5$ nachgewiesen waren (errechnet 28,73 bezw. 37,93 bezw. 43,96 mmg), also ein Vielfaches dessen, was nach den von T r a p p m a n n und N i t s c h e bekanntgegebenen Zahlen bei künstlicher Vergiftung von Seidenraupen als kleinste tödliche Arsenmenge angesehen werden muß.

Wie das Arsen in die Raupen gelangt war, lehrte die Untersuchung des Laubes, nach dessen Verfütterung die Krankheitserscheinungen aufgetreten waren. Das Laub stammte von Bäumen, welche nach den eingezogenen Erkundigungen keineswegs etwa mit arsenhaltigen Schädlingsbekämpfungsmitteln behandelt worden waren. Der beiläufig geäußerte Verdacht, es wären die Bäume vielleicht bei Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung auf dem nahebei in Kronenhöhe gelegenen Eisenbahndamm mit Gift besudelt worden, konnte nicht aufrechterhalten werden, da das Maulbeerlaub ja nicht geschädigt war; endgültig wurde er durch die in dankenswertester Weise seitens der Reichsbahndirektion Dresden zur Verfügung gestellte Auskunft entkräftet, daß zur Unkrautbekämpfung Natriumchlorat verwendet werde. Die Maulbeerbäume standen aber, wie bereits erwähnt wurde, im Gebiete eines Industrieortes an einer Stelle, wo immerhin mit der Möglichkeit eines Vorhandenseins von arsenhaltigen Abgasen gerechnet werden durfte. Ich glaube daher volles Recht zu der Annahme zu haben, daß es sich hier um Arsen handelte, welches durch Flugstaub aus Industrieabgasen auf die Blätter gelangt war. Daß die einzelnen Raupen verschieden rasch und stark auf die Giftzufuhr reagierten, dürfte dann auf die je nach der Lage

am Baum verschieden starke Begiftung der Maulbeerblätter mit Flugstaub zurückgeführt werden können; daneben ist selbstverständlich auch mit einer individuell verschiedenen Arsenempfindlichkeit zu rechnen.

Das geschilderte parasitenlose Raupensterben in einer Tharandter Seidenrauperei und seine Aufklärung als Arsenvergiftung stellt naturgemäß zunächst nur einen Einzelfall dar. Trotzdem glaube ich, daß diesem Einzelfall eine weitergehende Bedeutung beigemessen werden darf, weil er nicht durch Zufall festgestellt wurde, sondern auf Grund wohlbedachter Überlegung. Ich erblicke in diesem Falle daher einen sehr ernsten Hinweis auf die Bedeutung des Arsens als einer neuen Gefahr für die Seidenraupenzucht — einer Gefahr, welche bisher überhaupt noch nicht mit in Rechnung gestellt worden ist.[1])

Dieser Befund hat zweifellos ein erhebliches Interesse für den praktischen Seidenbau.

Die durch die gegebenen Verhältnisse uns aufgezwungene Notwendigkeit, in Deutschland Seidenbau zu treiben, hat allenthalben volles Verständnis gefunden. Allenthalben werden Seidenraupereien angelegt und allenthalben werden Maulbeerbäume gepflanzt. Unter den Umständen kann es nicht nur sehr leicht geschehen, daß Maulbeerbäume auch einmal in Gegenden gepflanzt werden, wo arsenhaltiger Flugstaub von Industriewerken abgeblasen wird, sondern es ist sogar ohne weiteres mit einem solchen Geschehen zu rechnen. Wenn es auch sicher nur gewisse Arten von Industriebetrieben, insbesondere manche Hüttenwerke, sind, welche mit größerer Wahrscheinlichkeit — dauernd oder gelegentlich — nennenswerte Mengen von Arsen in die Umgebung verstreuen, so ist die Zahl der gefährdeten Gegenden in ihrer Gesamtheit betrachtet doch größer, als man zunächst annehmen möchte. Und wenn es sicher auch nur ein Zufall ist, daß ein Abgasschwaden gerade auf einen Maulbeerbaum oder eine Maulbeerhecke niedergeht, um dort seinen arsenhaltigen Flugstaub abzusetzen, so ist doch die Möglichkeit zu einem solchen Geschehen bei geeigneter Windrichtung zweifellos gegeben. Aus diesem Grunde ist es unbedingt notwendig, bei rätselhaftem Seidenraupensterben auch die Möglichkeit des Vorliegens von Arsenvergiftung mit in Betracht zu ziehen — selbst wenn man zunächst keinerlei Anhaltspunkte dafür hat, daß ein verdächtiges Industriewerk in der Umgebung gelegen ist. Die erstaunliche Reichweite der Abgasschwaden kann hier allerlei Überraschungen ermöglichen.

---

[1]) Einen interessanten Parallelfall, die Vergiftung von *Dasychira*-Raupen betreffend, habe ich inzwischen ebenfalls bekanntgeben können (Prell, H., Vergiftung von Schmetterlingsraupen durch Flugstaubarsen. Thar. Forstl. Jahrb. 1937, Bd. LXXXVIII, S. 126—136).

Wenn man aber erst einmal den Arsenverdacht gefaßt hat, oder wenn man gar das Vorhandensein von Arsen auf dem Futterlaub festgestellt hat, dann ist die erste Aufgabe, von der Darreichung solchen Futters abzusehen. Wohl kann man daran denken, den arsenhaltigen Flugstaub von Blättern abzuwaschen — aber das stößt manchmal auf große Schwierigkeiten. Schon heute wissen wir durch die Untersuchungen von Mühlsteph[1]), daß Flugstäube verschiedener Herkunft verschieden fest auf der Unterlage haften. Neben solchen, welche sich verhältnismäßig leicht mit Wasser abspülen lassen, also auch vom Regen verhältnismäßig leicht abgewaschen werden können, gibt es andere Flugstäube, deren Arsen außerordentlich fest an der Unterlage haftet, so fest, daß es selbst durch Behandlung mit einer harten Zahnbürste nur teilweise entfernt werden kann. Eine so schwierige Reinigung des Futterlaubes ist naturgemäß im praktischen Seidenbau nicht durchführbar, ganz abgesehen von ihrer doch auch mit in Rechnung zu stellenden Unzulänglichkeit.

Die vorliegenden Feststellungen dürften übrigens auch geeignet sein, für die Anlage neuer Maulbeerhecken einen recht wichtigen Fingerzeig zu geben. Es ist naturgemäß nicht zu empfehlen, in solchen Industriegegenden, in welchen mit der Ausstoßung arsenhaltiger Abgase gerechnet werden muß, kurzerhand in größerem Umfange Maulbeerpflanzungen anzulegen. Solange die in Betracht kommende Industrie aus wirtschaftlichen Gründen noch nicht in der Lage ist, die Arsenabgabe zu unterbinden, stellt das Abblasen von Arsen eine Gefahrenquelle für die Seidenraupenzucht dar, mit der gerechnet werden muß, und deren Auswirkungen man am besten vorsorglich aus dem Wege geht.

Zum Schlusse erscheint es notwendig, noch kurz auf die Sicherstellung und Untersuchung von arsenverdächtigem Material bei rätselhaften Krankheitsfällen einzugehen, da hierbei gewissen Vorsichtsmaßnahmen Rechnung getragen werden muß.

Das gilt zunächst für die Aufbewahrung der erkrankten oder eingegangenen Seidenraupen, weil die im Darminhalte der Raupen meist vorhandenen Sporen von Schimmelpilzen mit der Zeit auskeimen; manche Arten von Schimmelpilzen — am bekanntesten ist das von *Penicillium brevicaule* Sacc. — sind aber imstande, Arsenverbindungen zu zersetzen und in flüchtige Stoffe zu verwandeln (z. B. in das stark nach Knoblauch riechende Diäthylarsin), wodurch selbstverständlich eine Entarsenierung herbeigeführt wird. Es ist also nach Möglichkeit für eine rasche Bearbeitung der Raupen zu sorgen, und wenn das nicht durchführbar ist, so ist das Material wenigstens sorgfältig zu trocknen und erforderlichenfalls zu entwesen.

Ebenso wichtig sind Vorsichtsmaßregeln für die Untersuchung des Futters. Diese Untersuchung soll nach Möglichkeit gerade dasjenige

---

[1]) Mühlsteph, W., Der chemische Nachweis einer Arsenverbreitung durch Hüttenrauch. Thar. Forstl. Jahrb. 1936, Bd. LXXXVII, S. 239—277.

Futter erfassen, welches die Erkrankung verursacht hat, weil ja gerade bei diesem das Vorhandensein von Gift vermutet wird. Es ist nicht zweckmäßig, nachträglich anderes Futter von der gleichen Fundstelle zu entnehmen, wie das der Unbekömmlichkeit verdächtige, und dieses dann auf seinen Giftgehalt hin zu prüfen, weil man nicht mit Sicherheit angeben kann, ob das neue Futter wirklich unter gleichen Bedingungen entnommen wurde (der giftabblasenden Stelle zugewandte oder abgewandte Seite) und ob das neue Futter wirklich noch den gleichen Giftbelag aufweist (Möglichkeit der Abwaschung durch Regen oder der Vermehrung durch erneuten Schwadenniederschlag). Es ist weiter noch zu bedenken, daß die Krankheitserscheinungen ja nicht unmittelbar nach der Aufnahme arsenhaltigen Futters einsetzen, sondern erst einige Zeit später, nachdem vielleicht schon ein Futterwechsel stattgefunden hatte; man wird also seine Aufmerksamkeit nicht nur auf das Futter zu lenken haben, dessen Annahme verweigert wird, sondern vor allem auf dasjenige, welches tatsächlich das in der Futterverweigerung zum Ausdruck gebrachte Unwohlsein verursacht hat, welches aber vielleicht früher gereicht wurde.

Diese Notwendigkeit, das wirklich mutmaßlicherweise als Krankheitsursache in Betracht kommende Futter zu untersuchen, gilt selbstverständlich gleichermaßen für die chemische Analyse und für die biologische Prüfung durch die Verfütterung an andere Seidenraupen. Bei der Sicherstellung von Futter als Untersuchungsmaterial für chemische Zwecke ist ferner besonderer Wert darauf zu legen, daß es ausreicht, daß es vor dem Verschimmeln geschützt wird, und daß es gut in festschließende Tüten oder Gefäße verpackt wird, weil von trockenen Pflanzenteilen manchmal die Flugstaubniederschläge abstäuben, und weil damit das darin enthaltene Gift für die Analyse verloren geht. Die Durchführung der chemischen Analyse schließlich ist grundsätzlich einer auf diesem Gebiete erfahrenen und womöglich auch amtlich für solche Untersuchungen zuständigen Stelle zu übertragen, da sonst wegen der in Betracht kommenden Fehlerquellen das Ergebnis der Arsenbestimmung unter Umständen angezweifelt werden könnte.

## Zusammenfassung.

1. Aus den bereits vorliegenden Erfahrungen bei der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln lassen sich vorläufig Werte für die Dosis letalis minima des Arsens für Seidenraupen errechnen; als solche dürfen einstweilen bei erwachsenen Raupen rund 3 mmg $As^{III}$ oder rund 6—8 mmg $As^{V}$ je Raupe gelten.
2. Die Aufklärung eines umfänglichen Raupensterbens in einer Beispielsrauperei als Folge von Arsenvergiftung lehrt eine neue wichtige Erkrankungsmöglichkeit der Seidenraupen kennen und legt für künftige entsprechende Fälle dringend nahe, neben der para-

sitenkundlichen Untersuchung auch die Durchführung von Arsenbestimmungen vorzusehen.

3. Die Tatsache, daß als Flugstaub fernhin verschlepptes Arsen aus Industrieabgasen unter Umständen auf Maulbeerblättern niedergeschlagen wird, und daß die Verfütterung solcher Blätter an Seidenraupen tödliche Vergiftungen hervorrufen kann, zwingt zur Vorsicht bei der Futterbeschaffung für Seidenraupen und bei der Anlage von Maulbeerpflanzungen für Seidenraupereien.

# Über die wirtschaftliche Bedeutung der roten Knotenameise, Myrmica rubra laevinodis Nyl.

Von

**Karl Hölldobler,** Erling/Andechs.

(Mit 2 Abbildungen.)

*Myrmica laevinodis* ist eine unserer gemeinsten deutschen Ameisen und gehört zu den wenigen Arten, die durch die menschliche Kultur nicht verdrängt werden, sondern deren Ausbreitung durch die Kultur eher gefördert wird. Zweck dieser Arbeit ist, zu untersuchen, inwieweit dieser Ameise, die sich so häufig als Trabant menschlicher Kulturarbeit in Gärten usw. einstellt, eine wirtschaftliche Bedeutung zukommt. Beobachtungen in dieser Richtung zu machen, erschien mir wichtig, da gerade *Myrmica laevinodis* trotz ihrer Häufigkeit biologisch noch recht wenig erforscht ist.

Ameisen werden für die menschliche Wirtschaft vor allem durch ihren Nestbau und durch ihre Ernährung wichtig. Dem Nestbau der *Myrmica laevinodis* kommt keine wirtschaftliche Bedeutung für die Menschen zu, insofern als ich sie weder als Hausameise beobachten konnte, noch auch sonst in ihrem Nesterbau einen Typ finden konnte, der in seiner Bauweise eine Schädigung des Menschen bedeuten könnte. Ökologisch bevorzugt die Ameise feuchte Gebiete mit üppiger Bodenvegetation. Sie nistet sowohl unter Steinen, baut aber auch, vor allem bei üppiger Bodenvegetation und genügender Feuchtigkeit kleine Erdkuppelbauten. Daneben finden wir sie in allen möglichen Schlupfwinkeln, gelegentlich in morschem Holz, zwischen Steinspalten und ähnlichem. Ich fand sie in einem Friedhof in Knochenresten, im Walde zweimal in Champignons und sehr oft findet man Nester in Moos und im Erdreich, ohne daß diese Nester nach außen hin in Erscheinung treten. Die Ameise kommt vor allem in Gärten vor, wo ihr besonders Wegeinfassungen und Beetstützen usw. Nistgelegenheit bieten. In Gärten finden wir die größte Populationsdichte. Dort gewinnt sie daher auch in erster Linie durch ihre Ernährung einen Einfluß auf wirtschaftliche Interessen des Menschen, wenn wir auch nicht vergessen dürfen, daß *Myrmica laevinodis*

gerade die Ameise ist, die am weitesten mit ihren Nestern in schattige feuchte Wälder eindringt (Gößwald) und dort schließlich eine wirtschaftliche Bedeutung erlangen könnte, wenn wir in ihrer Biologie Anhaltspunkte finden, die entweder eine Vernichtung oder aber eine Begünstigung von Schädlingen bedingen.

Bei der Ernährung der *Myrm. laev.* sind ziemlich alle bei deutschen Ameisen vorkommenden Formen vorhanden, ohne daß wir von der Bevorzugung eines bestimmten Types reden können. Animalische Nahrungsquellen, Trophobiose und pflanzliche Nahrungsquellen dienen in gleicher Weise der Ernährung der Ameise.

## I. Animalische Nahrung.

a) Die Jagd. Ein hoher Prozentsatz des Nahrungsbedarfes einer Kolonie wird durch Einbringen von Beutetieren gedeckt. Trotzdem können wir *Myrm. laev.* nicht als typische Jagdameise oder nur als bedeutende Jägerin bezeichnen. Darunter verstehe ich Ameisen, die beim Beutemachen einen beharrlichen Beutetrieb zeigen und bei der Jagd gewisse jägerische Talente entwickeln, sei es beim Aufsuchen von Beutetieren oder beim Angriff. Diese Arten sind meist auch mutige entschlossene Kämpferinnen. Bei *Myrm. laev.* konnte ich keine solchen Qualitäten feststellen. Nicht jedes ins Nest eingebrachte Tier ist ja eine Jagdbeute, ist von der Ameise erlegt worden. Die meisten Beutetiere werden von *Myrm. laev.* in den Frühjahrsmonaten eingebracht, also zu einer Zeit, in der die anderen Nahrungsquellen spärlicher sind. Die eingebrachten Beutetiere sind durchweg verhältnismäßig weichhäutige Tiere, hauptsächlich Würmer und kleine Raupen und ähnliches. Auch Fliegen und Mücken fand ich häufig darunter, doch werden diese in der Mehrzahl der Fälle nicht erjagt sein, sondern tot oder sterbend von den Ameisen aufgefunden worden sein. Ein einziges Mal beobachtete ich, wie einer *Myrm. laev.* die Erbeutung einer etwa gleichgroßen Schlupfwespe gelang. Hartschalige Insekten, wie Käfer, fehlten unter den Beutetieren fast vollkommen. Im Gegensatz zu *Lasius-* und *Formica*-Nestern fand ich bei *Myrm. laev.* auch nur selten Reste solcher Tiere im Nest. Erstaunlich ist, welch verhältnismäßig große Raupen von einer einzelnen Ameise noch zappelnd ins Nest geschleift werden. Eine Verwendung des Giftstachels als Jagdwaffe sah ich kaum.

Es ist mir aufgefallen, daß *Myrm. laev.* Raupen, die noch am Blatt nagen, nicht beachtet, diese von der Umgebung also nicht unterscheidet. Wird die gleiche Raupe am Boden angetroffen, wird sie als Beute ergriffen. Eine ähnliche Beobachtung machte ich in einem Holznest, in dem zahlreiche dicke Maden unbeachtet von den Ameisen blieben. In ein anderes Nest verbracht, wurden die Maden sofort angefressen. Der Regenwurm ist verhältnismäßig häufig in den Nestern von *Myrm. laev.*

zu finden, ohne daß die geringste Notiz von ihm genommen wird. Trotzdem sah ich, wie Regenwürmer als Beute von den Ameisen eingebracht wurden. Es scheint auch hier so zu sein, daß erst ein Wechsel der Umgebung den Wurm für die Ameise erkennbar macht. Es ist also festzustellen, daß eine Reihe von Beutetieren für die Ameise erst erkennbar werden, wenn sie aus einer Umgebung, die für die Ameise indifferent ist, und deren Geruch die Tiere weitgehend zu haben scheinen, in ein anderes, für die Ameise ebenfalls indifferentes Geruchsmilieu treten, von dem sie sich aber nun geruchlich absetzen.

*Myrm. laev.* ist eine ausgesprochen langsame Ameise, die auch bei weitem nicht die Reaktionsgeschwindigkeit und Griffestigkeit beim Zufassen zeigt, wie die im Vergleich zur *Formica* und *Lasius* ebenfalls langsamer Myrmicinen *Tetramorium caespitum* und *Solenopsis fugax*. Es kommen daher Tiere, die über gute Fluchtmittel verfügen, als Beutetiere nicht in Frage, solange sie gesund sind. Die meisten Käfer usw. sind zu rasch, um überhaupt in Gefahr zu kommen. In der Umgebung der *Myrmica*-Nester meines Gartens herrscht daher ein recht lebhafter Verkehr der verschiedensten Insekten, die sich im Jagdgebiet meiner *Lasius niger*-Nester lange nicht in dieser Zahl zeigen.

Die Formicarbeobachtung ließ mich in das Jägerleben von *Myrm. laev.* noch manchen interessanten Einblick tun. Ich fütterte in meinen Nestern neben wenig Sirup vor allem mit toten Stubenfliegen und Brut anderer Ameisen und gab daneben alle möglichen anderen Insekten. Dabei stellte ich fest, daß z. B. Heuschrecken, auch getötete gar nicht beachtet wurden. Eine noch lebende stahlblaue Schmeißfliege rief eine gewisse Erregung im Nest hervor, wurde aber, auch als ich sie tötete, nicht gefressen. Die verschiedensten anderen Dipteren wurden genommen. Kleine Raupen und Maden wurden gerne gefressen, sie wurden aber nicht etwa mit dem Stachel getötet, sondern lebendig angenagt. Da in Formicarien die Fluchtmöglichkeiten geringer sind als im Freien, wurden kleine Käfer, die ich ins Nest gab, wohl erlegt, es dauerte aber lange, bis es den Ameisen gelang, ihrer habhaft zu werden.

Manche Tiere sind durch ihre Formeigenschaft vor der Ameise geschützt, obwohl sie durch ihren Geruch den Beutetrieb erregen. Am 10. Mai 1936 setzte ich einen 4,7 mm langen Rüsselkäfer, den ich bei Würzburg schon einmal als zufälligen Nestinsassen bei *Lasius alienus* gefunden hatte, in ein Gipsformicar. Der Käfer blieb völlig unangegriffen. Bei Berührung durch Ameisen stellte er sich tot. Die Ameisen betasteten ihn, spreizten die Kiefer, ließen ihn aber dann wieder unbeachtet. Der Käfer ging am 22. Mai 1936 ein, ohne je angegriffen worden zu sein. Ich verweise in diesem Zusammenhang darauf, daß ich auch bei *Solenopsis fugax* 1928 einen kleinen Rüsselkäfer erwähnte, der sich ähnlich verhielt. Ich nahm damals an, daß eine Gewöhnung an die schwer angreifbare Form stattgefunden habe, eine Ansicht, die ich nicht mehr aufrecht er-

halte. Ich habe vielmehr die Ansicht, daß die bestimmte Form den Käfer von vornherein vor der Tastwahrnehmung durch die Ameisen schützt siehe später).

Noch eigenartiger als dieser Versuch, verliefen einige Kurzflüglerversuche. Am 6. Mai 1936 gab ich eine *Falagria* ins Nest. Ich fand diese Käfer ziemlich oft in der Umgebung der *Myrmica* Nester meines Gartens. Der Käfer lief anfänglich sehr aufgeregt im hellen Nestteil herum. Wenn ihn Ameisen berührten, suchten sie ihn mit gespreizten Kiefern zu haschen. Der flinke Käfer entzog sich rasch den Angriffen. Später wurde er ruhiger. Ich beobachtete ihn einige Male in Gruppen von Ameisen. Er hatte dabei den Kopf in eine Ecke gedrückt, das Abdomen aufgerollt. Die Ameisen betasteten den Käfer, wobei sie zum Teil die Kiefer gespreizt hatten. Die Berührung der zurückgeschlagenen Fühler des Käfers schien den Ameisen angenehm. Das aufgerollte Abdomen schien ihnen ein Rätsel aufzugeben; sie konnten geruchlich den Käfer zweifellos erkennen, was aus ihrem Betasten und den erregt gespreizten Kiefern hervorging, für ihren Tastsinn aber tarnte das aufgerollte Abdomen den Käfer vollkommen. Daß es sich hierbei um eine Tasttarnung und nicht etwa um eine Trutzform handelt, geht daraus hervor, daß die Ameisen gar keine Faßversuche machten. Sie lernten nicht etwa erst durch Erfahrung, daß das Abdomen für sie nicht zu fassen sei. Eine solche Gewöhnung an einen für die Ameisenkiefer nicht faßbaren zufälligen Nestbewohner erwähnte ich 1928. (Tausendfüßler bei *F. sanguinea*.) Hier hingegen schützt die Form von vornherein den Käfer vor dem Angriff der Ameisen, obwohl sein Geruch den Beutetrieb erregt. Ein Teil der Ameisen ließ nach längerer Untersuchung von dem Käfer ab. Wenn dem Käfer das Verhalten der Ameisen bedenklich wurde, machte er eine kurze Bewegung mit dem Abdomen (Duftsalve!) und die Ameisen stoben erschreckt auseinander. Der Käfer lief schnell weg und das Bild wiederholte sich in einer anderen Ecke. Der Käfer blieb mehrere Tage im Nest und war eines Tages spurlos verschwunden. Weitere Versuche mit *Falagria* hatten das gleiche Ergebnis. Mehrmals gab ich auch den Kurzflügler *Actobius cinerascens* ins Nest. Auch ihm gelang es einige Zeit sich den Angriffen der Ameisen zu entziehen, da auch er sich durch das aufgerollte Abdomen zu tarnen wußte und der Angriff der Ameisen dadurch zum Stoppen kam. Diesen Käfer faßten die Ameisen mit Vorliebe an den Fühlern und Beinen und erlegten ihn auf diese Weise. Diese Versuche zeigen, wie vielseitig *Myrm. laev.* als Jägerin gehemmt ist, sie sind aber auch für die Betrachtung des Gastverhältnisses von *Atemeles* von Belang, worüber ich an anderer Stelle berichten werde.

Die Frage, wie *Myrm. laev.* ein Beutetier findet, ist mir nicht ganz klar geworden. Überrascht hat mich, wie wenig die Ameise sich dabei als Augentier zeigt. Ihre gut ausgebildeten Augen ließen das Gegenteil erwarten. Beobachtungen im Freien, wie Versuche im Formicar ließen

keinerlei Beteiligung des Gesichtes beim Auffinden eines Beutetieres erkennen. Auch das Fernwitterungsvermögen spielt beim Auffinden von Jagdbeute keine oder kaum eine Rolle, so sehr es für das Auffinden von Süßigkeiten wichtig ist. Hingegen sah ich wie eine *Myrm. laev.* sehr exakt auf der Spur einer ihr entkommenen Made nacharbeitete und diese dann auch erbeutete. Die Ameise, die ja recht große Wegstrecken zurücklegt, ist bei ihren Jagdausgängen auf das Auffinden eines Beutestückes mit den Fühlern angewiesen, oder aber sie muß die frische Spur einer Beute finden.

b) Aas und anderes. Aas spielt eine große Rolle für den Haushalt der *Myrm. laev.* Totgefundene Insekten werden eingetragen, und zwar auch dann noch, wenn diese kaum mehr etwas Verwertbares an sich vermuten lassen, wie z. B. Schmetterlingsflügel. An toten Regenwürmern sah ich *Myrm. laev.* dichtgedrängt fressen, nie dagegen beobachtete ich die Ameise an zertretenen Schnecken, an denen ich häufig *Tapinoma erraticum* fand. Auch an beerenhaltigem Amselkot fand ich fressende *Myrm. laev.* vor. Eine Besonderheit fiel mir im Formicar auf: Die Arbeiter belecken häufig die auf den Rücken gelegten Männchen in der Genitalgegend. Es handelte sich zweifellos um Spermophagie.

## II. Die Trophobiose.

### a) Blattlauspflege.

Nach den Angaben in der Literatur erwartete ich eine besonders hohe Entwicklung der Blattlauspflege bei *Myrm. laev.*, fand diese Annahme aber nicht bestätigt. Wohl kann die Blattlauspflege in manchen Kolonien zeitenweise den Hauptnahrungsbedarf decken, sie ist aber durchaus nicht in allen Kolonien obligatorisch und steht auch nicht auf der Höhe, wie wir sie von *Lasius niger*, vor allem nach Eidmanns Schilderungen kennen. Unter den 19 Beobachtungskolonien meines Gartens war nur eine, welche intensivere Blattlauspflege an einem Apfelspalier zeigte. Da es sich hier um die gleiche Aphidenart handelt, an der auch Eidmann seine Beobachtungen mit *Lasius niger* machte, folgen einige Daten zum Vergleich: am 21. März 1936 fand ich am Spalier die erste geflügelte Laus, am 10. April 1936 fand ich wieder eine sowie mehrere junge Läuse, aber keine Ameisen. Obwohl die Lauskolonien sich allmählich vermehrten, zeigten sich erst am 6. Mai 1936 die ersten *Myrm. laev.* an den Läusen. Meine Versuchskolonie von *Lasius niger* hatte bereits am 21. März 1936 mit der Blattlauspflege an einer Saalweide begonnen. Der Besuch der Lauskolonien durch *Myrm. laev.* war sehr eifrig, in den heißen Mittagsstunden am geringsten oder gänzlich eingestellt, während der Nacht aber recht lebhaft. Das Nest war etwa 2 m vom Apfelspalier entfernt. Es führte keine Straße zum Blattlausbaum, weder ober- noch unterirdisch. Der von den Ameisen genommene Weg zum Blattlausbaum war 20 cm

breit. Ein ausgebildetes Bewachungssystem, wie es Eidmann bei *Lasius niger* beschrieb, war nicht feststellbar. Kleine Schlupfwespchen und andere Insekten, die sich in der Nähe der Blattläuse niederließen, wurden von den Ameisen meist gar nicht gemerkt. Wurde am Fuße des Blattlausbaumes den Ameisen eine geeignete Nahrungsquelle geboten, gelang es den ganzen Verkehr von den Blattläusen abzulenken und auf diese neue Nahrungsquelle zu ziehen. Außer diesem Fall, wo ich eine Blattlauspflege vom Mai bis in den Spätherbst beobachtete, besuchten verschiedene Kolonien meines Gartens Blattlausansiedlungen vorübergehender Art. Anfang Juni bis Mitte Juli wurden von einer Kolonie Läuse an einer Himbeerstaude besucht, Mitte Juni solche am Sauerampfer, im Juli an der Brombeere und an einer Dahlie und im Herbste am Boretsch. Alle diese Lausansiedlungen verschwanden in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder. Niemals beobachtete ich irgendwelche Blattlausställe. Für mein Beobachtungsgebiet halte ich trotz der gegenteiligen Mitteilung in der Literatur typische Blattlausställe bei *Myrm. laev.* für unwahrscheinlich, da ihre Art zu bauen nicht geeignet ist, solche freitragende Gewölbe zu bauen, wie man sie bei *Lasius niger* sieht und wie sie von dieser Ameise auch in meinem Garten hergestellt wurden. Myrmica stellt in meinem Gebiet auch keine gedeckten noch ungedeckten Ameisenstraßen her.

#### b) Wurzelläuse.

Ich kann mich nicht entsinnen, in Nestern von *Myrm. laev.* je Wurzelaphiden gefunden zu haben. Wohl besitze ich solche in meiner Alkoholsammlung aus Nestern von *Myrmica ruginodis* aus der Umgebung von Würzburg. In den Nestern von *Lasius flavus* und *Lasius niger* in meinem Garten sind überall Wurzelläuse zu finden, vor allem an verschiedenen Gräsern, sowie an *Sedum album* und *spurium* und außerdem an *Hieratium.* Dagegen suchte ich in allen *Myrmica laevinodis*-Nestern vergeblich nach Läusen, obwohl sich in diesen Nestern günstige Ausläufer und Wurzeln fanden. Alle meine Versuche für *Myrm. laev.* bepflanzte Formicarien mit Wurzelläusen zu besiedeln scheiterten, ebenso meine Versuche in Freilandkolonien Wurzelläuse anzusiedeln. Ich pflanze Hieratien, die voller Wurzelläuse steckten, in *Myrm. laev.* Kolonien. Die Pflanzen wurzelten an, die Nester gediehen ungestört weiter, die Läuse verschwanden aber spurlos.

## III. Pflanzliche Nahrungsquellen.

Pflanzliche Nahrungsquellen haben in unseren Breiten für den Haushalt der heimischen Ameisen keine größere Bedeutung. Ich verweise auf Gößwald 1932. Ich war daher überrascht, im Beobachtungsgebiet eine sehr ausgeprägte Ausnützung pflanzlicher Nahrungsquellen durch *Myrm. laev.* zu finden und feststellen zu können, daß diese pflanzlichen Nahrungsquellen in ihrer Bedeutung den animalischen fast gleichkommen und die Trophobiose an Wichtigkeit für den *Myrm. laev.*-Staat übertreffen.

a) Samen. In den Frühjahrsmonaten sind es vor allem die Samen des Leberblümchens (*Anemona hepatica*), die ihrer Elaiosome wegen von den Ameisen eingebracht werden. Im Sommer sind es die Samen des Veilchens (*Viola odorata*), die von den Ameisen genommen werden. Für die Verbreitung von *Viola odorata* ist *Myrm. laev.* von großer Bedeutung, wie ich dies in meinem Garten feststellen konnte.

b) Nektar. Ich beobachtete *Myrm. laev.* an den Nektarien verschiedener Blüten, vor allem am Löwenzahn, an *Centaurea montana* (Alpenflockenblume) und *Tropeolum maius* (Kapuzinerkresse). Eine besondere Bedeutung für die Ernährung der Kolonie kommt diesen Nektarbesuchen nicht zu. Dagegen lieferte in meinem Garten eine Grasschwertlilie (Gartenform) erhebliche Mengen von Nektar. Ihre Fruchtknoten waren immer von mehreren *Myrmica* besetzt, die zum Teil eine deutliche Füllung des Kropfes zeigten und eifrig an kleine Grübchen am oberen Teil des Fruchtknotens leckten. Abgeschnittene Blumen zeigten bald an den von den Ameisen beleckten Stellen ziemlich große Tropfen eines stark süßen, nach Aprikosen schmeckenden Sekretes. Für die Blütezeit der Pflanze (Ende Mai bis Anfang Juni) kann sie anscheinend nicht unbedeutende Futtermengen liefern. An der hier wild vorkommenden *Iris sibirica* fand ich nie Ameisen und auch keine Nektartröpfchen.

Abb. 1. Knospe von Centaurea montana mit ☿☿ von *Myrmica laevinodis*. Phot.: Hölldobler. 15. Juni 1936.

c) Ausscheidungen an Pflanzenverletzungen. Verschiedentlich fand ich Ansammlungen von leckenden *Myrm. laev.* an Verletzungen von Pflanzen, so an *Leukoium aestivum*. Auch an zugrundegehenden etwas fauligen Pflanzen fand ich nicht selten Ameisen. Wenn im Frühjahr die jungen Triebe frostempfindlicher Gartenpflanzen durch Spätfrost zerstört werden, stellte ich an erfrorenen glasigfauligen Teilen oft größere Mengen fressender *Myrm. laev.* fest.

d) Sonstige pflanzliche Ausscheidungen. Junge Triebe vieler Pflanzen werden gerne von *Myrm. laev.* besucht. So im Juni die jungen Triebe der Brombeere. Auch die gerade herausspitzenden grünen Blütenköpfchen des Löwenzahns findet man häufig von leckenden *Myrm. laev.* besetzt. Nageschäden, die dem Triebverbiß durch *Camponotus* vergleichbar wären, fand ich nicht.

Eine besondere Bedeutung als Ameisenpflanze haben die hier wild vorkommenden Pflanzen *Centaurea montana* (Alpenflockenblume) und *Lilium bulbiferum* (wilde Feuerlilie). Bei ersterer sind es die Blütenknospen, die von den Ameisen so begehrt sind und eifrig beleckt werden (Abb. 1). Dabei handelt es sich nicht etwa um ein Genußmittel, sondern das Sekret der Pflanze muß schon ein Nahrungsmittel darstellen, da sich eine deutliche Kropffüllung an den Ameisen feststellen läßt. Die Frühjahrsknospen der Pflanze sind weniger stark besucht als die späteren. *Lilium bulbiferum* erfreut sich besonderer Beliebtheit. Sobald die Blütenknospen herausspitzen (Mitte Mai), sind diese von Ameisen belagert. Die Ameisen belecken und benagen die drüsigen Spitzen der Kelchblätter, wie es die Abb. 2 deutlich zeigt. Der Besuch von *Lilium bulbiferum* in meinem Garten ist sehr stark, auch sonst fand ich selten eine Pflanze ohne *Myrm. laev.* — *Lilium bulbiferum* dient als Nahrungsquelle vom Sichtbarwerden der Knospe bis zum Erblühen, also von Mitte Mai bis Anfang Juli.

Abb. 2. Knospen von Lilium bulbiferum mit ☿ von *Myrmica laevinodis*. An den Knospenspitzen sind deutlich die drüsigen Gebilde und die Nagespuren der Ameisen sichtbar. Phot: Hölldobler. Juni 1933.

Die Sonnenblume wurde in meinem Garten ebenfalls häufig besucht. Ganze Karawanen wandern zu den Pflanzen, daß man zunächst meint, die Ameisen besuchten eine Blattlauskolonie. Dem ist aber nicht so, sondern es werden die drüsigen Gebilde der oberen Stengelpartien besucht.

e) Früchte. *Myrm. laev.* ist eine Liebhaberin von Früchten. In angenagtem süßem Fallobst findet man sie häufig. An den Erdbeerkulturen meines Gartens wurde die Ameise sehr schädlich. Sobald die Früchte rot wurden, wurden sie an der Basis angenagt und allmählich ausgehöhlt. Vollreife unbeschädigte Früchte waren nicht zu ernten. Der Schaden, den die Ameisen in einem Beet verursachten, das eine Gesamternte von etwa 12 Pfund hatte erwarten lassen, betrug etwa 30 % der Ernte. Wenn auch in anderen Gärten *Myrm. laev.* weniger gehegt werden wird, wie in meinem Garten und der Schaden daher geringer sein wird, so ist doch Tatsache, daß *Myrm. laev.* an Erdbeerkulturen recht schädlich werden kann.

Wenn wir die Beobachtungen über die Ernährung der *Myrm. laev.* auf ihren Nutzen und Schaden für die menschliche Wirtschaft auswerten, dann können wir feststellen, daß durch die Vernichtung weichhäutiger Insekten zweifellos ein gewisser Nutzen entsteht, da es sich bei diesen Insekten großenteils um Schädlinge handelt.

Da jedoch die Nester bei *Myrm. laev.* verhältnismäßig volkarm sind, ist der Nutzen nicht bedeutend. Die Hemmungen, die die Ameise als Jägerin zeigt, machen sie als eine wesentliche Hilfe zur Schädlingsbekämpfung ungeeignet Die Trophobiose, wie sie *Myrm. laev.* treibt, ist für unsere Wirtschaft belanglos, da es nicht zu einer wesentlichen Vermehrung der Aphiden und damit zu einer Schädigung der Wirtspflanze kommt, wie das bei Aphidenkolonien der Fall ist, die von *Lasius niger* gepflegt werden.

Schädlich wird die Ameise aber durch ihre Fraßschäden an Erdbeerkulturen und hier wird sie in vielen Fällen bekämpft werden müssen, wozu mir ein Fraßgift geeignet erschiene, da die Zerstörung der Nester nicht leicht vollständig gelingt und diese auch oft schwer auffindbar sind.

Zum Schluß seien noch einige Bemerkungen über die Wirkung des Giftstachels auf den Menschen angefügt. In den kühleren Monaten merkt man wenig von den Stichen der Ameise, jedoch im Hochsommer erzeugen sie ein recht schmerzhaftes Jucken und Brennen, das tagelang anhalten, bezw. nach geringer Reizung der Haut durch Reiben, Schwitzen usw., wiederkehren kann.

Die Völker der *Myrm. laev.* werden in meinem Beobachtungsgebiet durch *Mermis*-Infektion dezimiert. Der Grünspecht ist auch unter die Feinde dieser Ameise zu rechnen. Im Kot dieses Vogels habe ich oft Unmengen von Panzern der *Myrmica rubra* festgestellt.

## Literatur.

Eidmann, H., Ameisen und Blattläuse. Biol. Zentralbl. 1927, Bd. 47, H. 9.
— — Zur Kenntnis der Biologie der Roßameise. Zeitschr. f. angew. Entom. 1928.
Escherich, K., Die Ameise 1917.
Gößwald, K., Weitere Beiträge zur Verbreitung der Mermithiden bei Ameisen. Zool. Anz. 1930, Bd. 90, H. 1/2.
— — Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Zeitschr. f. wiss. Abt. A 1932. 142. Bd., 1./2. Heft.
Hölldobler, K., Zur Biologie der diebischen Zwergameise (*Solenopsis fugax*) und ihrer Gäste. Biolog. Zentralbl. 1928, Bd. 48, H. 3.
Schmitz. Das Leben der Ameisen und ihrer Gäste 1906.
Skwarra, E, Die Ameisenfauna des Zehlaubruches. Schr. phys.-ökonom. Gesellsch. 1929. Königsberg i. Pr., Bd. 66, H. 2. (Zehlau-Heft, Teil 2.)

# Beobachtungen über die Bekämpfung von Wiesenschnakenlarven (Tipula paludosa Meig. und Tipula czizeki de J.).

Von

**Kurt Sellke.**

(Aus dem Institut für landwirtschaftliche Zoologie der Universität Berlin.)

Alle Bekämpfungsmethoden technischer oder chemischer Art gegen die Larven von Wiesenschnaken (Tipuliden) gründen sich auf die Annahme, daß die *Tipula*-Larven nachts an die Oberfläche kommen.

So schreibt z. B. Bodenheimer (1923), nachdem er das Walzen als Bekämpfungsmaßnahme kritisch betrachtet hat: „Der meiste Erfolg kann am ganz frühen Morgen, besser noch bei nächtlichem Walzen, erwartet werden, da alsdann die Larven sich an und über der Bodenoberfläche aufhalten."

Ebenso richten sich die chemischen Bekämpfungsmittel in Gestalt von Hautgiften oder Darmgiften in Vermischung mit Köderstoffen gegen die an die Oberfläche emporkommenden Larven. Die Brauchbarkeit der verschiedensten chemischen Mittel hat Gasow (1933) untersucht. Dabei ergaben sich sowohl mit Schweinfurtergrün als auch mit Kieselfluornatrium Abtötungsziffern von 60—80 % des Befalls. Nur vereinzelt erwähnt Gasow Versuche, in denen der Erfolg ausblieb. In der landwirtschaftlichen Fachliteratur findet man zahlreiche Anwendungsvorschriften für Fraßgifte und Ätzstoffe aller Art sowie Mitteilungen bald über günstige, bald über unbrauchbare Bekämpfungsergebnisse verstreut. Hin und wieder trifft man die Angabe, daß vor dem Morgengrauen massenhaft „Wiesenwürmer" an der Bodenoberfläche gefunden worden seien. Nicht immer handelt es sich dabei vermutlich um Wiesenschnakenlarven, denn auch ich erhielt zum Teil reichliche Sendungen mit vermeintlichen „Ämeln", die sich aber als Erdraupen erwiesen.

Die Veranlassung, auf das nächtliche Emporkommen der Larven an die Oberfläche zu achten, waren erfolglose Bekämpfungsversuche mit Giftködermitteln auf einem vier Morgen großen Wiesenstück in Burg (Sprw.). Der verwendete Giftköder war der fluorhaltige Pertipan (Schleich, G. m. b. H., Berlin) teils mit Kleie, teils mit gröberem Trägerstoff.

Es handelte sich um eine im Herbst 1933 umgebrochene und neu angesäte Wiese. Schon 1934 war Ertragsminderung durch Wiesenschnakenlarven festzustellen, in den Monaten August und September dann Massenflug der Mücken. Da auf den stets mäßig feuchten Wiesen trotz des trockenen Herbstes 1934 die Entwicklung der abgelegten Eier begünstigt wurde, trat 1935 wieder Larvenbefall auf. Auf den Wiesen der näheren Nachbarschaft schien die Larve nicht in schadfähiger Zahl zu sein. Dagegen trat sie auf anderen Wiesen derselben Gemarkung auf, und den ganzen Sommer hindurch waren Schwärme eifrig grabender Stare die Anzeiger des Befalls. Beim Nachgraben auf von Staren besuchten Wiesen wurden stets Schnakenlarven gefunden.

Die Schädlinge erscheinen nach Besprengen des Bodens mit Benzin unter wälzenden und schleudernden Krampfbewegungen an der Oberfläche. Diese Tatsache wird häufig benutzt, um die Befallsziffer auszuzählen. Solche Gießproben in der ersten Maihälfte 1935 auf dem erwähnten Wiesenstück ergaben ein Vorkommen von 150—180 Larven auf dem Quadratmeter. An einzelnen kleineren Stellen jedoch fand sich noch im Juli das Sechsfache dieser Zahl. Von den vorhandenen Larven gehörten 40 % zu *T. paludosa* Meig. (Sumpfschnake), 56 % zu *T. czizeki* de Jong, für die ich die Bezeichnung „Herbstschnake" wegen ihrer in den Oktober fallenden Flugzeit vorgeschlagen habe, und der Rest verteilte sich auf die Arten *T. nigra* L., *T. vernalis* Meig. und *Pachyrhina lunulicornis* Schum. *T. czizeki* ist in Deutschland bisher erst für drei Fundstellen (M. Schmidt, 1930) nachgewiesen worden. Nähere Nachprüfungen ergaben jedoch, daß diese Art ebenso allgemein verbreitet ist wie *T. paludosa,* von der sie sich durch Merkmale des Genitalapparates und durch Verschiedenheit der Flugzeit, auch der Eientwicklung unterscheidet (de Jong, 1925). Die Larven beider Wiesenschnakenarten kommen in denselben Grünlandböden vergesellschaftet vor.

Der Giftköder wurde am 20. Mai 1935 nachmittags nach Lageplan ausgestreut. Den spärlichen Graswuchs, den die Befallswiese trug, mähte der Bauer vorher ab. Tags darauf um 8.30 fanden sich weder tote noch lebende Larven an der Oberfläche. Nachgraben an mehreren Stellen ergab dieselbe Anzahl gesunder Tiere im Boden wie am Vortage. Da aber die Temperatur dicht über dem Boden in der Mainacht auf etwa 0 ° C kam, konnten die Larven freßunlustig gewesen sein.

Nach einer Woche, am 27. Mai 1935, lagen noch Reste des Köders auf der Wiese. Erneute Benzinproben zeigten, daß sich die Anzahl der Larven durchaus nicht verringert hatte. Insgesamt fand ich nach längerem Suchen drei tote Larven, die wohl an Köderfraß eingegangen waren. Auch der Besitzer hatte einige solche Larvenleichen nach längerem Suchen gefunden.

In dieser Woche waren die frühmorgendlichen Minimumtemperaturen in 2 m Höhe (Thermohygrograph der Hauptstelle für Pflanzenschutz Potsdam in Burg [Sprw.]):

| 21. 5. | 22. 5. | 23. 5. | 24. 5. | 25. 5. | 26. 5. | 27. 5. | 28. 5. | 29. 5. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,6° C | 10° C | 16° C | 15,5° C | 18° C | 17,2° C | 11° C | 11,5° C | 15,5° C |

Es hatte während dreier Nächte (24. bis 26. Mai) mehrere Stunden lang geregnet. Es mußte also damit gerechnet werden, daß seit dem 24. Mai der Köder unwirksam war. Deshalb wurden am 27. Mai 1935 auf eine 2 Morgen große Fläche abermals 24 kg desselben Köders gestreut. Die Temperatur während der Nacht dürfte am Boden 6° C (11° C in 2 m Höhe) nicht unterschritten haben. Bei der Kontrolle am 28. Mai um 6.15 fand ich nach langem Suchen über die ganze bestreute Fläche 12 Larven, die lebten, am Abend aber in der Transportschachtel zur Hälfte tot waren. Dabei ist zu bedenken, daß sich in dem beköderten Wiesengrund etwa 500 000 Larven aufhielten. Eine erneute Kontrolle der Köderwirkung am 15. Juni 1935 erwies, daß der Giftköder wirkungslos geblieben war. Der Besitzer der Wiese hatte auch nur wenige verendete Tiere gefunden. Es ist zu bemerken, daß sich in früheren, von der Hauptstelle für Pflanzenschutz Potsdam im Havelländischen Luch angestellten Versuchen das Pertipan tatsächlich gegen Wiesenschnakenlarven als wirksam erwies und das Schweinfurtergrün übertraf (Schnauer, 1931). Tatsächlich fand man nach einer Bekämpfungsnacht beträchtliche Mengen von Schädlingen tot auf der Oberfläche liegen (mündilche Mitteilung von Dr. M. Schmidt, Potsdam).

Daher erhob sich die Frage, ob die Larven überhaupt regelmäßig des Nachts an die Oberfläche kommen. Ich prüfte zuerst das Verhalten der Schnakenlarven in Laboratoriumszuchten und fand dann das Ergebnis dieser Versuche bei einer nächtlichen Freilandbeobachtung vollauf bestätigt.

Ein Topf mit einem Inhalt von 300 g anmoorigen schwarzen Bodens wurde mit 30 erwachsenen Larven von *T. paludosa* und *T. czizeki* besetzt. Die Tiere stammten aus Lipkeschbruch (Kr. Landsberg a. d. W.), wo Wiesenschnakenlarven 1935 Flachsbestände vernichtet hatten. Die angesetzte Zucht entsprach einem Befall von 3000 Larven auf dem Quadratmeter; sie war also stark übervölkert. Dem Boden fehlten alle frischen pflanzlichen Bestandteile. Er war anmoorig-erdig, nicht torfig. Es wurde beobachtet vom 29. Juni 1935 um 21.00 bis 30. Juni um 9.00 in stündlichen Abständen. Ich fand 6 Larven an der Oberfläche, davon nur 2 ganz frei kriechend, die anderen zur Hälfte noch im Boden steckend. Die entdeckten Larven wurden jeweils entfernt. Eine einstündige Beobachtungspause wurde gemacht, um nicht durch häufigere Beleuchtung die Tiere zu verscheuchen.

Tagsüber wurde stündlich weiter beobachtet. Es herrschte helles Zimmerlicht (am Fenster, ohne Sonne). Von noch 24 Larven fand ich in der Zeit von 10.00 bis 20.00 drei Tiere an der Oberfläche. Um 20.30 wird die Zucht „beregnet", und zur Herstellung einer hohen Luftfeuchtigkeit wird feuchtes Fitrierpapier über das Gefäß gebreitet. Bei

12 Beobachtungen in stündlichen Abständen während der folgenden Nacht fand ich von 30 Larven fünf oben. Die Temperatur betrug 25 ° C.

Feuchtigkeit des Bodens und der Luft bei Dunkelheit und hoher Temperatur reichen nicht hin, einen bekämpfungswürdigen Prozentsatz von *Tipula*-Larven an die Oberfläche zu locken, selbst wenn der Boden frei von frischen Pflanzenteilen und die Zucht übervölkert ist. Das Emporkommen der Larven bei Nacht ist also keine ausgesprochene Lebensgewohnheit, wie fast alle Autoren erklären. Es ist auch keine Ortsbewegung mit kosmischem Rhythmus. Darauf deutet die oben erwähnte Beobachtung von Larven auch tags an der Oberfläche. Auch konnte ich weder in Zuchten noch im Freiland Bodenheimers Angabe bestätigen, daß die Larven frühmorgens oder bei feuchtem Boden dicht unter der Oberfläche, bei Trockenheit jedoch tiefer zu finden seien. Trotz Dunkelheit und Feuchtigkeit fand ich die Larven immer durch die ganze Bodentiefe des Gefäßes verteilt. Auch das Bestreuen der Bodenoberfläche mit Kleie, dem bevorzugten Giftträgerstoff, den die Larven gern fressen, lockt weder einen höheren Prozentsatz von Tieren an die Oberfläche noch verschiebt sich deshalb das Aufenthaltsniveau der Larven im Boden nach oben.

Bei Dunkelheit und Bodenfeuchtigkeit scheint Feuchtigkeit der Luft dicht über dem Boden notwendige — aber nicht hinreichende — Bedingung für das Emporkommen der Larven zu sein. So fand ich in einer Zucht, deren Bodenluft 24 Stunden lang mittels $CaCl_2$ getrocknet wurde, bei 9 Beobachtungen keine Larve an der Oberfläche, in einer unbehandelten Zucht mit dem gleichen Boden und bei sonst gleichen Verhältnissen 13 % der Tiere ganz oder teilweise oben.

Ferner erwies sich, daß der Anteil der emporkommenden Larven bedeutend abnahm, wenn der Boden von den Wurzeln keimender Gerste durchzogen war. Es waren in der Versuchszucht noch 20 Larven vorhanden, die Übervölkerung also noch größer als bei allen natürlichen Massenvorkommen. Drei von 12 jungen Gerstepflänzchen waren oberirdisch angefressen. Der Topf wurde mit feuchtem Filtrierpapier bedeckt und die ganze Zeit über künstlich verdunkelt. Ich sah während einer Versuchszeit von 60 Stunden bei 24 Beobachtungen (davon 15 in der Zeit von 21.00 bis 6.00) nur eine einzige Larve an der Oberfläche, d. h. 5 % auf 60 Stunden oder 1 % je Nacht, wenn man diese zu 12 Stunden rechnet (T = 24,5 °).

In derselben Zeit gewann ich mit übervölkerten Zuchten in anderem Boden ohne frische Nahrung Bilder wie bereits mitgeteilt.

Zweifellos beeinflußt also das reichliche Vorhandensein unterirdischer frischer Nahrung das Wandern an die Oberfläche. Die Larven sind in erster Linie Wurzelfresser, wie auch aus anderen Beobachtungen hervorgeht. Steht ihnen solche unterirdische Nahrung reichlich zur Verfügung, so kommen nur sehr wenige an die Oberfläche. Hieraus erhellt, daß man die Bekämpfungsaussichten auf Grünland, insbesondere nach Neuansaat, wenn der Bestand vieler Grasarten und wurzelkräftiger

Pflanzen noch unbeschädigt ist, sehr gering anzuschlagen hat, namentlich dann, wenn es sich um schwächeren oder mittleren Befall bis zu etwa 300 Larven auf den Quadratmeter handelt.

Diese Laboratoriumsbeobachtungen fand ich im Freiland bestätigt. Am 18. Juli 1935 überzeugte ich mich auf der erwähnten Wiese in Burg (Spreewald), daß die Giftköderbekämpfung vom 20. Mai und 27. Mai wirkungslos geblieben war. Die Heuernte auf der jungen Kunstwiese war trotz des reichlichen Ämelbefalls noch gut. Schon am 27. Juni war zu sehen, daß die Wiese dem Befall entwachsen war.

Es wurden am 18. Juli 1935 nachmittags auf der Wiese 4 Flächen von je 0,25 m² (50 × 50 cm) abgesteckt. Sie wurden voneinander wiederfindbar kenntlich gemacht, und in der Nähe niedergelegte Reisighaufen erleichterten das Auffinden bei Dunkelheit. Die Flächen hatten von der ersten die Entfernung 2 m, 15 m, 40 m.

Die Beobachtung beginnt um 23.15 und wird stündlich wiederholt. Die abgesteckten Plätze werden mittels einer elektrischen Lampe abgeleuchtet. In den Pausen werden außer Versuch stehende Flächen nach emporgekommenen Larven abgesucht.

Es ergab sich an oberirdisch kriechenden Tieren:

| Zeit | Fläche I | Fläche II | Fläche III | Fläche IV |
|---|---|---|---|---|
| 23.00—23.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24.00—24.15 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1.00—1.15 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2.00—2.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.00—3.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.00—4.15 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5.00—5.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6.00—6.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Benzinproben | 21 | 24 | 29 | 15 |
| Oberirdisch | 4,8 % | 4,2 % | 3,5 % | 0 % |

Um 6.00 wurde die Beobachtung abgebrochen und jede der 0,25 qm großen Flächen mit 1 l Benzin übergossen. Die Anzahl der dadurch an die Oberfläche getriebenen Larven ist in der Tabelle angegeben, ebenso der auf den einzelnen Flächen oberirdisch angetroffene Prozentanteil von Ämeln. Die drei oberirdisch beobachteten Larven (die jeweils von der Fläche entfernt wurden) machen von der Summe der durch Benzin herausgetriebenen Larven 3,4 % aus.

Dabei ist zu bedenken, daß das Wetter in der Beobachtungsnacht dem Herauskommen der Larven außerordentlich günstig war. Es war eine bedeckte, warme, feuchte Nacht. Es begann um 21.00 mit Unterbrechungen leicht zu regnen bis 23.15. Von 23.45 bis 0.20 wieder ein leichter Schauer, desgleichen von 0.45 bis 1.20, danach Sprühregen bis 1.30. Dann wieder ein leichter Schauer von 1.50 bis 2.05. Danach kein Regen mehr. Es war fast windstill. Nur von 3.10 bis 3.25 leichter westlicher Luftzug. Die Temperatur in 2 m Höhe sank von

22,3° C um 22.00 auf 19° (Minimum) um 4.00. Die Feuchtigkeit betrug in der Zeit von 24.00 bis 5.00 95%, um 6.00 noch 88%. Die Gesamtregenmenge betrug 1,7 mm. Es war bedeckt, nur kurze Zeit Mondschein, Sonnenaufgang um 4.10 ebenfalls bedeckt. Erst um 6.45 begann die Sonne zu scheinen.

Außer Versuch fand ich auf der Wiese bei Lampenlicht trotz Suchens keine Larve oberflächlich. Um 5.15, 5.20 und 5.25 sah ich drei Tiere dicht nebeneinander auf einem Fleck, der besonders reichen Befall zeigte, mir vorher aber nicht aufgefallen war. Ich grub um 5.35 an dieser Stelle auf 10 × 20 qcm in drei Minuten in 1—8 cm Tiefe 22 Herbstschnakenlarven aus. Diese waren also nicht an die Oberfläche gekommen, sondern sie hielten sich des Nachts in der Erde auf. Dabei standen diese Tiere zwei bis drei Wochen nach der letzten Häutung, waren also in vollem Wachstumsfraß begriffen, wie an erdlos gehaltenen Exemplaren derselben Herkunft zu sehen war. Ebenso fraßen die Kontrolltiere von *T. paludosa,* die ebenfalls in dem Boden vorkamen, noch alle zu dieser Zeit sehr lebhaft.

Vor allen anderen Faktoren bestimmt die Höhe der Wurzeln in einem Grünlandboden die Aufenthaltszone der Wiesenschnakenlarven. Ich fand auf der Wiese bei Burg (Sprw.) keinen Unterschied in der Aufenthaltshöhe zwischen den Kontrollen am 21. Mai, 28. Mai und am 18. Juli, obwohl im Frühjahr der Boden feucht war, besonders nach kräftigem Regen am 28. Mai, dagegen am 18. Juli 1935 die Erde auf der gemähten Kunstwiese stellenweise stäubte.

Von der Lebensweise der älteren Larvenstadien der schädlichen Tipuliden ist für die Bekämpfung wesentlich:

Die langsamen Wühlbewegungen der Larven sind Nahrungssuchbewegungen. Hält man Ämel in einem Blumentopf mit humusarmem Boden, so wühlen sich täglich einige Larven aus dem Bodenloch des Topfes heraus. Dieses unterbleibt, sobald einige Gerstekörner in dem Topfe Wurzeln geschlagen haben. Auch findet man in Zuchten ohne frische Pflanzen ständig bei diffusem Licht Larven auf der Oberfläche vor, seltener dagegen, nachdem eingesäte Gerste gekeimt ist. Die Bewegungen der Larve nehmen an Umfang und Lebhaftigkeit mit wachsendem Reichtum an ihnen zusagender Wurzelnahrung ab.

Das nächtliche Emporkommen an die Oberfläche ist keine Lebensgewohnheit der Schnakenlarven.

Daher sind auf noch einigermaßen wachskräftigen Grünlandflächen die Bekämpfungsaussichten mit Giftködermitteln auch bei merklichem Befall sehr gering. Auf bereits stark beschädigtem Grünland oder auch auf Ackerland sind sie günstiger, jedoch wird eine lohnende (60 bis 70prozent.) Abtötungsziffer niemals in einer Fraßnacht zu erreichen sein.

Die Wanderungen der Larve sind auf Mangelland ergiebiger. Das ersah ich aus einem Schadauftreten von Tipulidenlarven in der zweiten Maihälfte 1936 in einem Gemüsebaubetrieb in Berlin-Blankenfelde. Die Ämel fraßen in jungen Kohlrabikulturen und vernichteten in einigen Tagen mehrere hundert Schock junger Pflanzen. Die Anbaufläche war im Vorjahr (1935) Wiese gewesen und erst im Frühjahr 1936 um-

gebrochen. Die Schnakenlarven saßen namentlich in den verrottenden Grassoden. Es fanden sich durchschnittlich 24 Tiere auf dem Quadratmeter. Sie kamen nach Aussage des Besitzers nachts zahlreich an die Oberfläche und konnten in der Morgenfrühe auch abgesammelt werden. Daß jedoch nur ein kleiner Teil der vorhandenen Tiere emporkam, zeigt sich daran, daß der Besitzer das Absammeln aufgab, weil es nichts nutzte und darum unrentabel war.

Das Emporkommen der Larven an die Oberfläche ist ein gelegentliches Absuchen der Nahrungsplätze. Es wird nur gehindert durch Trockenheit der Luft und starkes Licht. Jedoch trifft man auch vereinzelt tagsüber bei Sonnenschein und trockenem Boden gesunde Larven oberflächlich an.

Im allgemeinen gilt (was B o d e n h e i m e r für die reizbiologischen Erscheinungen der Larven ähnlich ausspricht), daß die Wiesenschnakenlarve kein bestimmten Lebensbedingungen, Biotopen und Nahrungsnotwendigkeiten angepaßter Spezialist ist, sondern ein Tier „von regulatorischem Typus" ohne festgeprägte Instinkte und mit weitgehender Indifferenz gegenüber äußeren Einflüssen. Die älteren Ämel sind deshalb durch Bekämpfungsmittel schwer angreifbar.

Demgegenüber bietet sich in der Bekämpfung der Junglarven eine Möglichkeit, dem Schädling zu begegnen ehe er Verheerungen angerichtet hat. Die Wiesenschnaken legen ihre Eier in Rasen oder feuchten Ackerboden ab, indem das Weibchen auf 1—2 mm die Legescheide senkrecht hineinstößt. Die Eier bleiben dicht unter der Oberfläche in der Krume stecken, und dort schlüpfen die jungen Schnakenmaden auch aus. Während des ersten Larvenstadiums bleiben die Tiere auf bezw. dicht unter der Rasendecke. Diese für eine Bekämpfung günstige Eigentümlichkeit kommt allein dem ersten Entwicklungszustand zu und ist praktisch bisher noch nicht genutzt worden, da sie nicht bekannt war. Man kann vermutlich den Junglarven mittels vielerlei Hautgiften beikommen. Es wurde jedoch versucht, die Bekämpfung gleichzeitig für die Düngung der Wiese auszunutzen. Zur Erfüllung dieses doppelten Zweckes eignet sich feingemahlener Hederichkainit.

Es wurden in Topfzuchten Vorversuche angestellt, die zunächst erwiesen, daß die gewöhnlichen Gaben des Düngemittels von 10 kg/a ausreichten, um Junglarven zu töten. Die Bekämpfungsdüngung stellt gleichzeitig ein wirksames Unkrautmittel dar.

Auf der Versuchswiese in Burg (Sprw.) wurde am 24. September 1935 eine in 15 Parzellen geteilte Fläche von 525 qm mit einfachen (10 kg/a) bezw. verstärkten (15 kg/a) Gaben Hederichkainit bestreut. Den Dünger stellte das Deutsche Kalisyndikat, Berlin, zur Verfügung. Die Wiese war gemäht. Diese Gaben richteten sich gegen die Junglarven von *T. paludosa*. Auf drei angefügten Parzellen wurden am 1. November 1935 noch gegen die dann gerade abgelegten Eier von *T. czizeki* gleiche Gaben gestreut.

Zählergebnisse im Frühjahr 1936 zeigten einen Unterschied zwischen bestreuten und unbehandelten Flächen in der Befallsziffer. Am 25. Mai ergaben drei Zählproben auf unbehandelten Parzellen durchschnittlich 228 Larven von *T. paludosa* (Sumpfschnake) auf dem Quadratmeter. Die Larven der Herbstschnake, die durch das Benzin ebenfalls an die Oberfläche getrieben wurden, waren noch so klein, daß ihre genaue Anzahl sich nicht feststellen ließ. Dagegen waren auf je 5 mit doppelter Hederichkainitgabe bestreuten Parzellen im Durchschnitt 120 Sumpfschnakenlarven zu finden. Das bedeutet eine Abtötungsziffer von 47 %, die sich bei geeigneter Anwendung des Verfahrens noch steigern läßt.

Die Zählungen sollen in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Kalisyndikat bei verschiedenen Versuchsanordnungen fortgeführt werden.

Die Junglarvenbekämpfung ist eine prophylaktische Maßnahme, die in von Tipula gefährdeten Schlägen nicht nur den Schaden abwendet, sondern auch den Pflanzenwuchs fördert. Dazu zeichnet sich das in der Anwendungsmethodik noch näher zu studierende Verfahren durch Billigkeit aus.

## Nachwort.

Für Förderung und Hilfe bei den Arbeiten zu vorliegendem Aufsatz danke ich Herrn Prof. v. Lengerken, Berlin. Herr Dr. Wetzel vom Deutschen Kalisyndikat, Berlin, Agrikulturabteilung, ermöglichte mir Bekämpfungsversuche, Herr Gartenbauinspektor Pauck, Hauptstelle für Pflanzenschutz, Potsdam, unterstützte mich bei Freilandbeobachtungen, Herr Bauer Rückum, Burg (Sprw.) erlaubte mir den Zutritt zu seinen Wiesenflächen.

## Literatur.

Bodenheimer, F., Beiträge zur Kenntnis von *Tipula oleracea* L. Zur Schädlingsökologie, Zs. f. angew. Ent. 1923, 9.

De Jong, W. H., Een Studie over Emelten en hare Bestrijding. Verslag. Mededeel. Plantenziekt. Dienst Nr. 42. Wageningen 1925.

Gasow, H., Zur Bekämpfung der Schnakenlarven mit chemischen Mitteln. Landw. Jahrbücher 1933, Bd. 77.

Sellke, K., Biologische und morpholog. Studien an schädlichen Wiesenschnaken. Zs. f. wiss. Zool. 1936, 148.

# Eine Riesenkolonie der roten Waldameise (Formica rufa L.).

Von

**Hans-Jürgen Stammer.**

(Aus dem Zoologischen Institut Breslau.)

(Mit 1 Karte.)

Beim Sammeln von Aphiden, die von Ameisen besucht wurden, machte ich im August 1935 in Mecklenburg die auch schon von Wellenstein angegebene Beobachtung, daß verschiedene Völker unserer roten Waldameise in ganz verschiedenem Maße auf Blattlausbesuch ausziehen. Unabhängig von der Lage und Größe des Jagdbezirkes ging bald ein sehr beträchtlicher Teil der ausziehenden Arbeiter eines Ameisenvolkes dieser Beschäftigung nach; bald ließ sich überhaupt ein Aphidenbesuch nicht nachweisen. Ich begann daher die Ameisennester, ihren Jagdbezirk und die Stärke ihres Aphidenbesuches kartographisch von Fall zu Fall aufzunehmen. Schon beim 5. Nest geriet ich mit meiner Aufnahme in eine Ameisenkolonie, die sich dann allmählich als eine aus außerordentlich zahlreichen Einzelhaufen bestehende Riesenkolonie erwies. Ihre kartographische Skizzierung einschließlich des gesamten Straßensystems beschäftigte mich die nächsten 14 Tage, den Rest meines dortigen Aufenthaltes. Sie sei hier wiedergegeben, denn eigenartigerweise fehlt eine solche genaue Skizze einer Riesenkolonie von *Formica rufa* oder auch verwandten Arten in der Literatur bisher völlig.

Daß die rote Waldameise meist nicht in Einzelhaufen, sondern weit öfter in Kolonien vorkommt, ist seit langem bekannt. Besonders Wellenstein weist darauf hin und gibt auch einige Karten kleiner Siedlungen mit ihrem Straßennetz. Solche Kolonien umfassen gewöhnlich bis zu 10 oder 15 Nester. Nur selten scheinen ausgesprochene Riesenkolonien vorzukommen. Eine solche beschreibt Wasmann (1905 und 1909) bei Derenbach in Nord-Luxemburg. Hier wurde der Ostabhang eines Berges auf einer Länge von 200 m und einer Breite von 70 m von einer einzigen *Formica rufa*-Kolonie besiedelt; die Zahl der Nester, die voneinander stets mehrere Meter entfernt waren und durch Straßen miteinander in Ver-

bindung standen, betrug über 50. Forel (1911) fand einen ähnlichen Fall für die verwandte, meist Sklaven haltende *Formica sanguinea* im Kanton Vaud. Hier bestanden ungefähr 40 eine solche Kolonie bildende Einzelvölker, die übrigens sämtlich sklavenlos waren. Weit übertroffen werden die „Riesenkolonien" unserer europäischen Ameisen durch ihre nordamerikanische Verwandte, *Formica exsectoides*. Von ihr konnte schon McCook (1877) berichten, daß sie in der weiteren Umgebung von Philadelphia auf mit lockerem Wald bestandenem Gelände Riesenkolonien von 1300 oder 1800 Nester bauen.

Die von mir beobachtete *Formica rufa*-Kolonie liegt in der Gülitzer Staatsforst bei Malchin in Mecklenburg am Landweg von Jettchenshof nach Gülitz. Sie erstreckt sich über der Osthang eines locker mit mittelalten Kiefern bestandenen sonnigen Hügels der sogenannten Sonnenberge und umfaßt insgesamt 58 Hauptnester und 31 kleinere im Entstehen begriffene Zweignester. Das gesamte Straßennetz, das alle diese Nester untereinander verbindet und die Umgebung durchzieht, hat eine Länge von fast 7,5 km (7425 m); die von den Ameisen besiedelte und bejagte Fläche ist auf annähernd 6 ha zu schätzen.

Über den Bau und das Aussehen der einzelnen Nester sowie der Straßen mögen wenige Worte genügen, da hierüber nichts Neues zu berichten ist. Die eigentlichen Hauptnester waren alle mittelgroß; sie hatten eine Höhe von 25—35 cm (seltener bis 45 cm) und einen Umfang von $2^1/_2$—$4^1/_2$ m an der Basis des Hügels. Der Hügel selbst bestand stets aus Kiefernadeln und -holzstückchen. Oft war er von einer mehr oder minder breiten, beim Betreten tief einsinkenden vegetationslosen Sandzone umgeben, wie es Eidmann und Wellenstein schon ausführlich beschreiben. Nur ein einziges Nest (Nr. 54 der Karte) war als Riesennest zu bezeichnen; es lag in einer Fichtenschonung und hatte bei einer Höhe von 1,02 m einen Umfang von mehr als 9 m. Die vom Nest ins Jagdgebiet oder zu andern Nestern führenden Straßen waren, wie es schon Wellenstein beschreibt, von allen Unebenheiten befreit, besonders dort, wo dichter Moosrasen durchquert wurde, war die künstliche Anlage der Straßen durch Entfernen alles Pflanzenwuchses ganz offensichtlich. Besonders gern wurden vorhandene Forstwege oder Wildpfade als Straßen benutzt. Nur soweit ein solcher Ausbau vorhanden war und ein reger Ameisenverkehr herrschte, wurden die Straßen in die Karte eingezeichnet.

Die Nestgründung der roten Ameise erfolgt bekanntlich auf zwei Weisen, durch temporären Sozialparasitismus der Königin bei *Formica fusca* oder durch Zweignestbildung volkreicher Nester. Der zweite Fall ist bei weitem der häufigste, und er führt ja überhaupt auch erst zur Koloniebildung dadurch, daß sich die Zweignester von den Hauptnestern nie völlig trennen. Solche ganz junge, im Entstehen begriffene Zweignester fanden sich in meinem Ameisengebiet 31mal. Alle diese Zweignester wurden an Baumstümpfen oder alten Baumwurzeln angelegt.

Vielfach war der Baumstumpf nur zum ganz kleinen Teil von den herangeschleppten Nadeln des Oberbaues verdeckt, manchmal sah nur ein Stückchen des Stumpfes aus ihnen heraus und schließlich war er bisweilen schon völlig darunter verborgen. Die Gründung der neuen Nester erfolgte hier also stets an solchen Baumstümpfen; auch Wellenstein berichtet über derartige Besiedlung von Baumstubben und gibt davon Abbildungen.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Karte dieser Riesenkolonie von *Formica rufa*. Auf ihr sind durch schwarze Kreise mit fetten Zahlen die Hauptnester eingetragen, durch Dreiecke mit dünnen Zahlen die Zweignester, durch einfache Linien die Straßen und durch die gestrichelten Doppellinien die Forstwege. Es zeigt sich auf den ersten Blick, daß die Nester nicht gleichmäßig über die ganze besiedelte Fläche verteilt sind, und daß die Verbindungsstraßen zwischen manchen Nestern ganz regelmäßig vorkommen, zwischen andern spärlich sind oder fast völlig fehlen. So lassen sich die Nester zwanglos in Hauptgruppen und Gruppen zusammenfassen. Diese Gruppierung der Nester ist offensichtlich aus der Entstehungsgeschichte der Gesamtkolonie heraus zu verstehen.

Zwei Hauptgruppen von Nestern sind sofort zu erkennen; die erste die Nester 1—26 umfassend, die zweite die Nester 28—56. Nest 27 bildet den Übergang zwischen der ersten südlich und der zweiten nördlich liegenden Hauptgruppe, während die abseits liegenden Nester 57 und 58 der einen wie der andern angehören können. Innerhalb der ersten Hauptgruppe kann man 5 Gruppen erkennen. Die erste umfaßt die Nester 1—3, die zweite die Nester 4—10; beide Gruppen sind durch eine Straße zwischen Nest 3 und 5 verbunden. Das Jagdrevier der ersten Gruppe liegt in nordöstlicher und südwestlicher Richtung; sie hat an ihren Straßen eine Reihe von Zweignestern errichtet (Zweignest Nr. 1—4). Die zweite, wesentlich stärkere Gruppe dehnt sich hauptsächlich in südlicher Richtung aus; hier haben aus ihr eine Reihe weiterer Hauptnester abgespalten (Nr. 11—15), die alle an den Hauptstraßen liegen; sie umfaßt außerdem die Zweignester 7—10. Die nächste dritte Gruppe besteht aus den Nestern 17—20. Diese Nester haben keine direkte Verbindungsstraße zu denen der anderen Gruppen, doch gehen ihre Straßensysteme außerhalb des engeren Nestbereiches unmerklich ineinander über. Von den Nestern 17—20 leiten sich ohne Zweifel als Koloniegründungen die Nester 21—23 in nordöstlicher, das Nest 16 in südlicher Richtung ab; Nest 16 kann allerdings auch zur zweiten oder vierten Gruppe gehören. Die Zweignester 11—20 sind auch der dritten Nestgruppe zuzurechnen. Die vierte Gruppe bildet nach Südosten den Abschluß des Siedlungsbezirkes; zu ihr gehören Nest 24 und 25 und Zweignest 21—23. Die fünfte Nestgruppe, das Nest 26, leitet sich von der ersten ab, ist aber weitgehend selbständig in seinem Straßensystem und fährt über das Nest 27 zur zweiten Hauptgruppe der Nester im nördlichen Teil der Ameisensiedlung. Hier lassen sich drei weitere Gruppen unterscheiden; die sechste umfaßt die Nester 28—35 und das weitabliegende

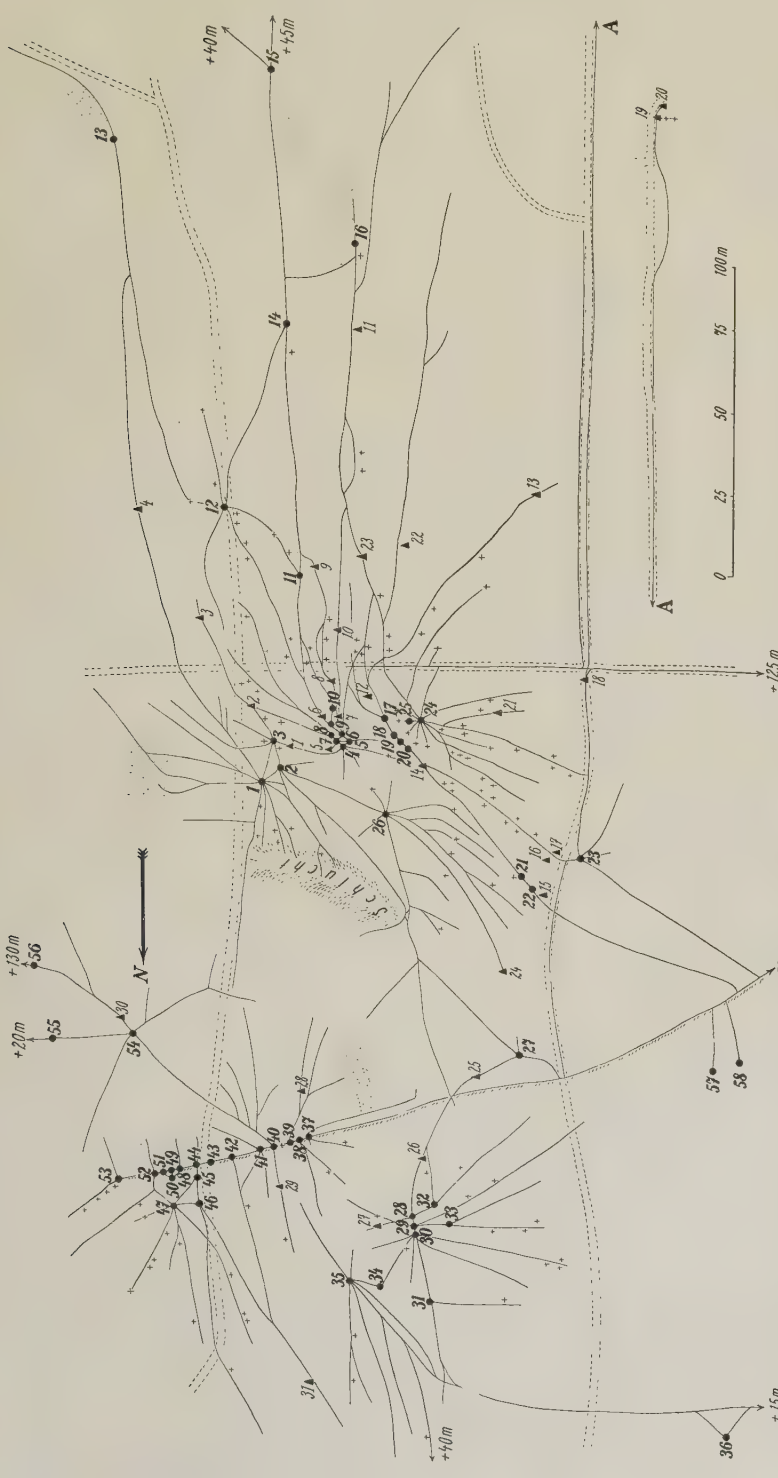
Kolonienest 36. Die siebente Gruppe ist die größte; zu ihr gehören die Nester 37—53. Hier folgt, zum großen Teil entlang eines Erdwalles neben einem kleinen Graben, unmittelbar Nest auf Nest dicht nebeneinander. Ganz nach Norden erstreckt sich eine Straße mit dem Zweignest 31. Die achte Gruppe, über Nest 40 mit der vorigen durch eine Straße verbunden, schließt die Nester 54—56 ein; von ihm ist 54 das oben schon erwähnte Riesennest. Bei den ganz abseits in östlicher Richtung liegenden 57 und 58 läßt sich nicht mit Sicherheit sagen, aus welcher Gruppe sie stammen mögen.

Wesentlich scheinen mir zwei Tatsachen zu sein. Einmal läßt sich aus der Karte sehr klar das Jagdgebiet der einzelnen Nestgruppen erkennen. Dem Wachstum des Volkes und der Zahl der Nester entsprechend wird dieses Jagdgebiet vergrößert. Mit der Erweiterung kommt es zur Anlage von Zweignestern, die allmählich zu großen Nestern heranwachsen. Solche Zweignester und große Kolonienester können wir überall den Straßen entlang feststellen. Dadurch können die normalerweise höchstens 100—150 m langen Ameisenstraßen eine ganz bedeutende Länge erreichen. So hatte die Straße, die vom Nest 23 über das Zweignest 18 nach den beiden Zweignestern 19 und 20 entlang des Fahrweges führte, eine Länge von 440 m. Fast alle längeren Straßen sind durch solche Zweig- und Kolonienester gestützt.

Und weiter können wir aus einer Karte, wie der vorliegenden, weitgehende Aufschlüsse über die allmähliche Entstehung der gesamten Kolonie gewinnen. Ob tatsächlich die hier geschilderte Ameisenkolonie einem einzigen Nest seinen Ursprung verdankt, läßt sich allerdings nicht entscheiden. Es wäre auch denkbar, daß entsprechend den beiden Hauptgruppen von Nestern zwei Ursprungsnester bestanden haben, die sich dann früher oder später friedlich zueinander einstellten. Denn das eine steht fest: die Ameisen aller dieser Nester verhalten sich zueinander völlig friedfertig, wie ich experimentell durch Aussetzungsversuche feststellte. Ich brachte beispielsweise eine größere Anzahl der am weitesten auseinanderliegenden Nester zusammen, von Nest 15 nach Nest 53, ohne daß es außer der selbstverständlichen Aufregung zu einer Beißerei gekommen wäre. Diese trat dagegen sofort ein, wenn ich Ameisen einer ganz andern Kolonie in die Nester der hier untersuchten eintrug.

Aus dem oder den Ursprungsnestern spalten sich entfernter liegende Koloniennester ab. Diese entwickeln sich zu Nestgruppen, die zum Teil nur noch in lockerer Verbindung mit dem Ursprungsnest standen und weiteren Kolonienestern den Ursprung gaben, so daß letzten Endes das komplizierte Bild einer Ameisenkolonie, wie wir es hier vor uns haben, entsteht.

Über die hohe forstliche Bedeutung der roten Waldameise ist genug bekannt, als daß an dieser Stelle darüber noch etwas zu sagen wäre. Doch sei hier noch auf den Blattlausbesuch der Tiere hingewiesen, da er in der Karte mit eingetragen ist. Alle Kreuze geben Bäume (Kiefern, Fichten und vereinzelt Buchen) an, die so stark von Ameisen belaufen




Karte einer Riesenkolonie von *Formica rufa*. Schwarze Kreise mit fetten Zahlen geben die Lage der großen Nester, Dreiecke mit dünnen Zahlen die der im Entstehen begriffenen Zweignester an. Die Ameisenstraßen sind durch einfache Linien, die Forstwege durch gestrichelte Doppellinien gekennzeichnet. Kreuze geben die von Ameisen besuchten Aphidenbäume, punktierte Flächen Fichtenschonungen mit Wurzellausbesuch an. In einzelnen Fällen konnten die Straßen nicht voll eingezeichnet werden; sie sind um die an ihnen angegebene Strecke verlängert zu denken. Ebenso sind die beiden Teile A aneinander gefügt zu denken.

wurden, daß hier wahrscheinlich irgendwelche Aphiden besucht wurden. In manchen Fällen überzeugte ich mich auch direkt davon; oft enden die Straßen an solchen Ameisenbäumen. Außerdem wurde häufiger der Besuch von Wurzelläusen in kleinen eingestreuten Fichtenschonungen (punktierte Flächen) festgestellt.

Welche Veränderungen sich im Laufe der Zeit hinsichtlich der Nester wie des Straßennetzes in einer solchen Kolonie vollziehen, kann ich noch nicht sagen. Schon Wellenstein weist darauf hin, daß die Ameisenstraßen veränderlich sind, und auch ich habe einige verlassene (in die Karte nicht eingetragene) Straßen finden können. Doch hoffe ich später die gleiche Kolonie wieder untersuchen zu können und werde dann darüber berichten.

Wie stark nun endlich individuenmäßig die Volkszahl der Kolonie war, ist sehr schwer festzustellen. Aber wenn man nur die Zahl der Individuen eines Nestes auf 100 000 schätzt — die Literaturangaben schwanken zwischen 100 000-1 Million — und die Zweignester, sowie das Riesennest 54 einbezieht, so läßt sich ihre Zahl auf wenigstens 6—7, wahrscheinlich aber auf mehr als 10 Millionen beziffern. Den Eindruck einer solch ungeheuren Anzahl von Tieren hatte ich schon an Ort und Stelle selbst. Es war vielfach unmöglich, im Jagdbereich der Kolonie zu verweilen, weil man sonst von den Ameisen sofort überlaufen wurde. Ja, wenn man sich ganz ruhig verhielt, konnte man an windstillen Tagen ein dauernd gleichmäßig knisterndes Geräusch vernehmen, das durch die zahllosen über das Laub und die Nadeln des Waldes laufenden Tiere hervorgerufen wurde. So erweckt die Karte dieser Ameisenkolonie nicht nur äußerlich auf den ersten Anblick den Gedanken an die Darstellung einer menschlichen Siedlung; sie ist der Ausdruck eines ungeheuer geschäftigen Lebens, das in seiner Intensität sich mit dem der Menschen durchaus messen kann.

## Literatur.

Andrews, E. A., Growth of ant mounds. Psyche 1925, Bd. 32, S. 75—87.

Eidmann, H., Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. Zeitschr. f. angew. Entom. 1927, 12, S. 290—331.

Forel, A., Une colonie polycalique de „*Formica sanguinea*“ sans esclaves dans le canton de Vaud. Mémoires I. Congress Intern. d'Entomol. Bruxelles 1911, vol. 2, S. 101.

Mc.Cook, Mound making ants of the Alleghenies, their achitecture and habits. Transact. Amer. Ent. Soc. 1877, Bd. 6, S. 253—296.

Wasmann, E., Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen. Biol. Zentralbl. 1905, Bd. 25, S. 193—216.

— — Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Luxemburg. III. Verzeichnis der Ameisen von Luxemburg. Arch. trimestr. de l'Inst. Grand Duc. de Luxemburg. Sect. Sc. nat phys. et math. 1909, Bd. 4, fasc. 3/4, S. 1—103.

Wellenstein, G., Beiträge zur Biologie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.). Zeitschr. f. angew. Entom. 1929, Bd. 14, S. 1—68.

# Einige Bemerkungen über quantitative Untersuchungsmethoden zur Berechnung des Borkenkäferbefalls.

Von

**I. Trägårdh** und **V. Butovitsch.**

(Entomologische Abteilung der K. Schwedischen Forstversuchsanstalt.)

Seit dem Erscheinen unseres „Berichtes über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach den Sturmverheerungen 1931—1932" (Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt Heft 28, Nr. 1) brachte das forstliche Schrifttum sowohl in Schweden als auch im Ausland, namentlich aber in Deutschland, eine Reihe von Besprechungen, die zumeist sehr ausführlich über die bei dieser Aktion angewandten Methoden und gewonnenen Ergebnisse berichteten (vgl. u. a. Eckstein, Forstw. Cbl. 1935, Silva 1935, D. Fw. 1935, Chrystal, Forestry 1935). Neuerdings hat von Tubeuf „im Interesse der Wichtigkeit des Gegenstandes für den deutschen Forstmann" den ganzen deutschen Teil der Abhandlung in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (Bd. 46) abdrucken lassen. — Diese Aufnahme unserer Arbeit in der ausländischen Fachliteratur ist um so mehr schmeichelhaft, als unsere Arbeit in erster Linie für den schwedischen Forstmann bestimmt war und ursprünglich sogar nur als Tätigkeitsbericht an das Landwirtschaftsministerium gedacht wurde.

Die Mannigfaltigkeit und die Schwierigkeit der Aufgaben, die uns gestellt wurden, machten es unmöglich, auf rein biologische und ökologische Probleme einzugehen. Die sogenannte „Sturmkommission", der die forstschutzliche Arbeit in den Schadgebieten oblag und die aus nur 3 Mitarbeitern bestand, hatte sehr ausgedehnte Gebiete in verschiedenen Teilen des Landes zu bewältigen; sie mußte nicht nur die Sturmflächen auf Schädlingsbestand in kürzester Zeit untersuchen und die Gegenmaßnahmen ausarbeiten, sondern auch die Durchführung der Bekämpfung ständig kontrollieren. Das bei unseren Taxierungen und anderen Untersuchungen eingesammelte Material sollte in erster Linie darüber aufklären, wo die Bekämpfung stattzufinden hat und welche Mittel und in welchem Umfang anzuwenden sind.

Es verwundert uns daher, daß Herr Dr. K. E. Schedl in seiner kritischen Besprechung unserer Abhandlung („Populationsregulatoren

und ihre Wechselbeziehungen bei Borkenkäfern". — Zeitschrift für angewandte Entomologie 1936, Bd. 23, S. 149—173) nicht auf diese besonderen Umstände und nicht auf das eigentliche Ziel der Arbeit Rücksicht genommen hat. Schedl bemängelt, daß wir verschiedene ökologische Fragen nicht genügend behandelt, manche andere ganz außer acht gelassen haben, vor allem aber, daß wir die bei verschiedenen Untersuchungen gewonnenen Zahlen nicht variationsstatistisch ausgewertet haben.

Wie eben hervorgehoben, handelte es sich bei unseren Untersuchungen in der Hauptsache um eine rasche Orientierung über den waldhygienischen Zustand in Sturmgebieten und Ausarbeitung der erforderlichen Maßnahmen. Wenn wir aus dem Untersuchungsmaterial gewisse Schlüsse über die Populationsverhältnisse auf Schlägen, an Fangbäumen usf. gezogen und diese durch Zahlen erläutert haben, so geschah dies nicht um allgemeingültige Regeln über den Gang der Vermehrung bei *Ips typographus* oder *Blastophagus piniperda* aufzustellen, sondern um eine Vorstellung über die Größe und die Veränderung der Borkenkäferpopulation unter verschiedenen Verhältnissen zu geben. Ob und inwieweit unsere diesbezüglichen Behauptungen auch statistisch sicher sind, wird weiter unten gezeigt.

In der obenerwähnten Arbeit über Populationsregulatoren, in der außer unserer Abhandlung auch jene von Seitner (Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921—1922. — Zbl. f. ges. Forstwesen 1922—1923), Golovjanko (Zur Methodik der Bestimmung des Borkenkäferbefalls der Kiefer. — Mitt. a. d. forstl. Versuchswesen i. d. Ukraine. Kiew 1926), Iljinsky (Gesetzmäßigkeiten in der Vermehrung des kleinen Waldgärtners [*Blastophagus minor* Hartig] und theoretische Begründung der Maßnahmen zu seiner Bekämpfung im Walde. — Mitt. a. d. forstl. Versuchswesen i. d. Ukraine. Kiew 1928) besprochen werden, übt Schedl eine Kritik aus, die uns vermuten läßt, daß er mit dem Problem der Borkenkäfermassenvermehrung sowie mit den forstlichen Verhältnissen in Nordeuropa nicht genügend vertraut ist. Ein jeder, der noch so bescheidene Kenntnisse über schwedische Forstwirtschaft hat, würde doch niemals von der „bekannten reinen Wirtschaft in schwedischen Wäldern" (S. 164) sprechen. Von reiner Wirtschaft kann weder in Schweden, noch sonstwo in Nordeuropa die Rede sein. Diese Wirtschaftsart wäre in Schweden nicht nur ökonomisch untragbar, sondern ließe sich auch aus technischen Gründen nicht durchführen. Ausgehend von dieser falschen Voraussetzung, kommt Schedl folgerichtig zu Fehlschlüssen über die Größe des eisernen Bestandes bei *Ips typographus* und *Blastophagus piniperda* und über die Vermehrungsmöglichkeiten beider Arten.

Im weiteren sollen die Einzelheiten der Schedlschen Ausführungen näher erörtert werden. Zunächst möchten wir feststellen, daß wir die Frage der Fangbaumprognose niemals vorher, d. h. vor

dem Erscheinen unseres Berichts, behandelt haben, also nicht, wie Schedl angibt, „zum drittenmal in den letzten 15 Jahren".

Einleitend über unser Taxierungsverfahren sagt Schedl folgendes: „Diese Methode ist für den vorgenannten Zweck allerdings neu — ob nicht schon Miller in den USA. ein ähnliches Verfahren benutzt hat, ist mir im Augenblick nicht erinnerlich —, aber im Prinzip wurde sie im großen Maßstab, und zwar ebenfalls zu Populationsstudien von Borkenkäfern im Walde, von Saalas in Finnland angewandt." Mit anderen Worten hätten wir, wenn nicht Millers, so doch Saalas' Methode übernommen und dem Leser als etwas Neues dargeboten. Dem ist aber nicht so. Angesichts der Dringlichkeit und Schwierigkeit des uns auferlegten Auftrags wäre uns jede quantitativ-analytische Methode willkommen. Es erwies sich jedoch nach gründlicher Prüfung der vorhandenen Methoden (Golovjanko 1926, Jatzentkovsky 1931, Saalas 1929, Stark 1931), daß keine von diesen für unsere Zwecke, d. h. zur Untersuchung der Windfallflächen, geeignet war. Da die bisher vorgeschlagenen Abschätzungsmethoden nur wenigen Forstentomologen und Forstleuten bekannt sein dürften und jener Teil unserer Arbeit, wo diese Methoden besprochen sind, nicht in der deutschen Zusammenfassung berücksichtigt wurde, erscheint es uns zweckmäßig, einen kurzen Auszug aus diesem Teil unserer Arbeit zu geben.

Der erste Vorschlag einer entomo-taxatorischen Untersuchung der Bestände stammt von Golovjanko (1926). Durch das zu untersuchende Gebiet zieht G. zunächst eine Reihe von Visierlinien; die von diesen Linien berührten oder nächststehenden Bäume werden gebucht und die befallenen Bäume einer flüchtigen Analyse unterzogen. Diese besteht darin, daß man die Verbreitungszonen verschiedener am Stamm vorgefundenen Arten feststellt und deren Befalldichte und Produktion auf 3—5 qdm großen Rindenprobeflächen berechnet. Zu jeder Analyse gehören ferner Boden- und Bestandesbeschreibung und Angaben über die Beschaffenheit der Krone, Nadeln und Rinde sowie über Baumalter, Durchmesser, Höhe, Zuwachs u. dgl. Die Methode von Golovjanko gibt eine gute Übersicht über die Zusammensetzung der Borkenkäferfauna, die Befalldichte und Produktion verschiedener Arten sowie über die relative Größe des Schadens. Anderseits aber genügen seine Angaben nicht, um die absolute Größe des Borkenkäferbestandes und der von Schädlingen ausgenutzten Mantelfläche zu ermitteln, denn die Fläche des auf diese Weise taxierten Streifens ist nicht bekannt und das Besetzungsprozent wird bei der Feststellung der Verbreitungszonen nicht berücksichtigt. Golovjankos Methode ist zur orientierenden Untersuchung größerer Waldgebiete sehr geeignet, nicht aber zur Untersuchung von Windfallflächen, namentlich wenn die absolute Größe der Borkenkäferpopulation einer Fläche ermittelt werden muß.

Eine in mancher Hinsicht ähnliche Methode benutzt Saalas (1929). Auch hier werden durch das Befallgebiet Linien, die aber eine

bestimmte Breite (2 m) haben, gezogen. Sämtliche angegriffenen Bäume mit über 6 cm in Brusthöhe sowie die Stubben innerhalb des Taxierungsstreifens werden geschält und auf Schädlingsbefall untersucht. Für jede Art wird die Frequenz nach einer fünfgradigen Skala geschätzt; hierbei wird die Frequenz nicht auf den ganzen Baum, sondern auf den Baumteil bezogen, der normalerweise von der betreffenden Art bebrütet wird. Handelt es sich um Ermittlung der relativen Frequenz verschiedener Arten im Walde, so ist Saalas' Verfahren gut zu gebrauchen; zur Feststellung der absoluten Größe der Populationen ist es aber nicht nur ungeeignet, sondern auch nicht vorgesehen.

Auch die von Jazentkovsky (1931) vorgeschlagenen Verfahren: okuläre Abschätzung und Probeflächenverfahren, sind zur entomologischen Taxation der Sturmflächen nicht gut zu gebrauchen. Die okuläre Methode, die darin besteht, daß man die ermittelte Masse der befallenen Stämme in Beziehung zur geschätzten Bestandesmasse setzt, mit anderen Worten also das Massenprozent der Borkenkäfertrocknis schätzt, gibt auf die wichtigsten Fragen keine Antwort und ist, auch bei Anwendung von Rindenproduktionsproben, viel zu ungenau. Das Probeflächenverfahren, das ein mehr oder weniger detailliertes Analysieren sämtlicher angegriffenen Bäume erfordert, ist anderseits viel zu zeitraubend und berücksichtigt nicht die spezifischen Verhältnisse auf Sturmflächen (z. B. ungleichmäßige Verteilung der Windfälle).

Wie aus dieser Übersicht einleuchten dürfte, ist keines von den vorgeschlagenen Verfahren für den speziellen Zweck der Sturmflächentaxierung geeignet bezw. anwendbar. Eine neue Methode für den genannten Zweck mußte daher ausgearbeitet werden. Daß wir hierbei die Erfahrungen anderer Autoren benutzt haben, ist selbstverständlich. Daß aber Schedl unsere Linientaxierung gerade mit Saalas' Methode gleichstellen will, ist weniger verständlich. Denn von den erwähnten Methoden ist gerade und nur die Saalassche, die sich nicht mit der Frage der Produktion befaßt! Untersuchungstechnisch haben wir mit Saalas nur das gemeinsam, daß wir dieselbe Frequenzskala benutzen.

Zu der Bemerkung Schedls, „ob nicht schon Miller in den USA. ein ähnliches Verfahren benutzt hat, ist mir im Augenblick nicht erinnerlich", sei folgendes angeführt. Miller hat in Yellow pine- (*Pinus ponderosa*-) Beständen Untersuchungen ausgeführt, die die Fragen, ob und in welchem Grade die Brandflächen als Vermehrungsherde von *Dendroctonus brevicomis* Lec. dienen und wie die Ausbreitung dieser Herde vor sich geht, beleuchten sollten. Bei diesen Untersuchungen, die während einer Reihe von Jahren fortgesetzt wurden, benutzte Miller eine quantitative Methode, die die Ermittlung des Umfangs des Borkenkäferschadens bezweckte. Diese Methode besteht darin, daß man sämtliche befallenen Bäume innerhalb der Brandfläche und in bestimmten Abständen auch außerhalb derselben auszeichnet,

kartiert und deren Kubikmaße feststellt; diese Aufnahme wird jedes Jahr wiederholt. Auf diese Weise erhält man ein klares Bild über den Umfang des Schadens Jahr für Jahr und über die Bewegung des Vermehrungsherdes. Indessen hat die Millersche Methode nichts Gemeinsames mit der von uns vorgeschlagenen Linienabschätzung. Ganz abgesehen von der verschiedenen Untersuchungstechnik, unterscheidet sich unsere Linientaxierung vom Millerschen Verfahren grundsätzlich dadurch, daß wir die Ermittlung der absoluten Größe der Borkenkäferpopulation erstreben, während Miller den Umfang des Schadens (Stammzahl und Masse) berechnen will. [1])

Von einer Ähnlichkeit zwischen Millers und unserem Verfahren kann also nicht die Rede sein. Ersteres erinnert vielmehr an die von Ratzeburg (Die Forstinsekten I, S. 183) empfohlenen und zu seiner Zeit üblichen „Revisionen".

Bezüglich der Genauigkeit unserer Abschätzungsmethode und der dabei gewonnenen Ergebnisse kann folgendes gesagt werden.

Die Ergebnisse sind um so zuverlässiger, je größer das Taxierungsprozent, d. h. das Verhältnis des Taxierungsstreifens zu der zu taxierenden Fläche, und je größer die Zahl der ausgeführten Produktionsproben. Bei unseren Untersuchungen variierte das Taxierungsprozent je nach der Beschaffenheit der Flächen und betrug im Durchschnitt für die Kiefer 12,3 und für die Fichte 10,8 %. Eine zweimalige Abschätzung ein und derselben Fläche ergab eine Produktion je Hektar für *Ips typographus* bei der ersten Taxierung (Taxierungsprozent 12,2) 445 000 und bei der Kontrolltaxierung (Taxierungsprozent 25,0) 473 000 Jungkäfer. Dieses Ergebnis war für unseren Zweck, also zur annähernden Berechnung der Schädlingsproduktion, mehr als ausreichend.

Bei der Berechnung der durchschnittlichen Produktion je Rindenflächeneinheit konnten selbstverständlich nicht dieselben Taxierungsprozente in Betracht kommen. Diese mühsame und sehr zeitraubende Arbeit würde bei kleineren Schlägen und einem Taxierungsprozent von 10 % einige Tage, bei größeren Schlägen sogar einige Wochen für jede Linientaxierung beanspruchen. Im Laufe der Arbeit hat es sich herausgestellt, daß die Schwankungen der Produktion je Quadratmeter ausgenutzter Rindenfläche verhältnismäßig gering waren. Insbesondere war dies im Jahre 1932 der Fall, als die Borkenkäfer, dank dem Überfluß an Brutmöglichkeiten, sich unbehindert entwickeln konnten. Daher wurden bei der Berechnung der Produktion je Hektar nicht das Mittel aus Rindenproben der betreffenden Fläche (1932 wurden für jede

[1]) Die von Miller gelegentlich seiner Untersuchung ausgeführten Produktionsproben hatten lediglich den Zweck, die ungünstigen Entwicklungsverhältnisse für die Borkenkäferbrut in feuerbeschädigten Stämmen im Vergleich mit jenen in Stämmen außerhalb der Brandfläche zu veranschaulichen. Eine quantitative Erfassung der Borkenkäferpopulation wäre übrigens allein mit Hilfe dieser Produktionsproben nicht möglich, da das Millersche Verfahren die von Borkenkäfern ausgenutzte Mantelfläche (Besetzungsprozent) nicht berücksichtigt.

taxierte Fläche in der Regel nur 2 20 × 40 cm große Rindenproben, später aber mehrere, dafür aber kleinere — 10 × 30 cm — Proben genommen), sondern das Mittel aus sämtlichen, innerhalb eines geschlossenen Sturmgebiets ausgeführten Rindenproben. So betrug das Mittel aus 32 Rindenproben (20 × 40 cm) im Jahre 1932 für Norduppland 3202 ± 87 (in Südschweden war *typographus*-Produktion 1932 etwas geringer). Im Jahre 1933 waren die Schwankungen der Produktion infolge wechselnder Befalldichte u. a. bedeutend größer, so daß man die Ergebnisse der an Ort und Stelle oder innerhalb eines zusammenhängenden und gleichmäßig behandelten Gebiets ausgeführten Rindenproben benutzen mußte.

Die in unserer Tabelle 5 (S. 44) angeführten Zahlen über die Produktion von *Ips typographus* und *Blastophagus piniperda* je Hektar auf verschiedenartigen Sturmflächen sind selbstverständlich nur grobe Näherungswerte. Sie geben aber eine Vorstellung über die Größe der Population im allgemeinen — man hat ja bisher überhaupt keinen Begriff davon gehabt, um welche Käfermengen es sich bei einer Massenvermehrung handeln kann — und deren Variation je nach Lokalbedingungen und Behandlungsart. Die auf Grund der Mittelwerte gezogenen Schlüsse sind indessen, obwohl den Mittelwerten eine verhältnismäßig geringe Anzahl Taxierungen zugrunde liegt, auch statistisch sicher. Näheres ersieht man aus folgender Tabelle:

Statistische Bewertung der Differenzen zwischen den Mittelwerten verschiedener Sturmflächentypen (nach Fisher, Statistical methods for research workers. 1932).

| | Typ der Sturmflächen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I 1a | I 1b | I 2a | II 1a | II 1b | II 2a |
| Fichte | 132 000 | 93 000 | 158 000 | 183 000 | 131 000 | 464 000 |
| | 149 000 | 119 000 | 164 000 | 247 000 | 157 000 | 697 000 |
| | | | 178 000 | 277 000 | | 702 000 |
| | | | 201 000 | 325 000 | | 928 000 |
| | | | | | | 995 000 |
| | | | | | | 1 282 000[1]) |
| | | | | | | 1 543 000 |
| Mittel | 140 500 | 106 000 | 175 250 | 258 000 | 144 000 | 944 428 |
| Kiefer | 156 000 | 117 000 | — | 46 000 | 28 000 | 31 000 |
| | 174 000 | 143 000 | — | 50 000 | 40 000 | 59 000 |
| | | | | 65 000 | | 76 000 |
| | | | | 76 000 | | 92 000 |
| | | | | | | 103 000 |
| | | | | | | 114 000 |
| Mittel | 165 000 | 130 000 | — | 59 250 | 34 000 | 79 167 |

[1]) Diese Zahl bezieht sich auf die Linientaxierung in Moxboda, für welche in unserer Arbeit versehentlich statt II 1a II 2b angegeben ist.

| | Zahl der Beobachtungen | t[1]) | v[2]) |
|---|---|---|---|
| Fichte | | | |
| II > I . . . . | 21 | 2,797 | 99 > v > 98 |
| II 1 > I 1 . . . | 10 | 2,450 | 98 > v > 95 |
| II 2 > I 2 . . . | 11 | 4,048 | v > 99 |
| 2 > 1 . . . . | 21 | 3,123 | v > 99 |
| I 2 > I 1 . . . | 8 | 3,424 | 99 > v > 98 |
| II 2 > II 1 . . . | 13 | 4,673 | v > 99 |
| 1a > 1b . . . | 10 | 2,325 | 98 > v > 95 |
| Kiefer | | | |
| I > II . . . . | 16 | 5,117 | v > 99 |
| I 1a > I 1b . . . | 4 | 2,214 | 90 > v > 80 |
| II 1a > II 1b . . . | 6 | 2,293 | 95 > v > 90 |

Die in der ersten Spalte der Tabelle angeführten Bezeichnungen bedeuten: I = unberührte Sturmschläge, II = teilweise aufgearbeitete Schläge, 1 = größer als 1,5 ha, 2 = kleiner als 1,5 ha, a = allseitig von Wald umgeben, b = teilweise von Wald umgeben (vgl. auch unsere Arbeit S. 44 sowie S c h e d l S. 164).

Wie die Tabelle zeigt, sind sämtliche Differenzen für die Fichte statistisch sicher. Man kann also mit Sicherheit behaupten, daß auf Grund der gemachten Taxierungen die Produktion des Buchdruckers größer war auf teilweise aufgearbeiteten als auf unberührten Sturmflächen, und zwar sowohl auf größeren als auch auf kleineren Flächen (II > I, II 1 > I 1, II 2 > I 2), ferner daß sie größer war auf größeren als auf kleineren Schlägen, was sowohl für unberührte als auch für teilweise aufgearbeitete Flächen gilt, und sodann, daß sie ebenfalls größer war auf größeren alseitig von Wald umgebenen Schlägen als auf solchen, die zum Teil an unbewaldete Gebiete angrenzten.

Was die Kiefer anbetrifft, so kann man mit größter Sicherheit behaupten, daß die Produktion des großen Waldgärtners größer war auf unberührten als auf aufgearbeiteten Flächen. Die Differenzen zwischen a- und b-Flächen sind dagegen statistisch nicht sicher; man kann jedoch auf Grund der betreffenden v-Werte mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sie wirklich bestanden haben, d. h. daß die Waldgärtnerproduktion auf allseitig von Waldung umgebenen Flächen größer war als auf solchen an Waldrändern.

Bezüglich der angeblich fehlenden Angabe über das Mischungsverhältnis Fichte : Kiefer, die der Referent offenbar übersehen hat, verweisen wir auf S. 44 bezw. 250 unserer Arbeit.

---

[1]) t = Differenz, dividiert durch eigenen Mittelfehler.

[2]) v = Grad der Zuverlässigkeit der Differenz in Prozenten; F i s h e r benutzt hier p, das die Wahrscheinlichkeit des Zufalls angibt. v = 100 (1 — p).

Beim Zitieren unserer Taxierungsergebnisse macht Schedl folgende Bemerkungen (S. 164): „Die Angabe der Populationsdichte von bei *Ips typographus* ist absolut genommen natürlich übertrieben, aber andererseits wird sie bei der bekannten reinen Wirtschaft in schwedischen Wäldern einen recht niederen Wert erreicht haben..." und „Die Zahlen für den Waldgärtner müssen insofern noch mit Vorsicht betrachtet werden, als Trägårdh mitteilt, daß bei der Aufarbeitung der Schläge in erster Linie die Kiefer, namentlich das grobrindige Schnittholz, berücksichtigt worden ist."

Zu der ersten Bemerkung können wir keine Stellung nehmen, da uns deren Sinn nicht ganz einleuchten will. Meint der Referent mit „natürlich übertrieben", daß unsere Abschätzungsmethode hohe Populationszahlen liefert und, falls die Annahme richtig ist, worauf stützt er diese Behauptung? Daß *typographus*-Populationen in einem rein bewirtschafteten Wald gering sind, ist selbstverständlich: da aber obige Voraussetzung, wie auch oben betont, für schwedische Wälder nicht zutrifft, so ist auch die Schlußfolgerung verfehlt.

Die zweite Bemerkung über die Waldgärtnerzahlen ist unseres Erachtens ganz unangebracht. Wir stellten fest, daß der Waldgärtner im Gegensatz zum Buchdrucker auf unberührten Flächen sich stärker vermehrt hat als auf teilweise aufgearbeiteten, und zwar aus dem Grunde, weil bei der Schlagräumung die Kiefer zuerst berücksichtigt wird. Warum aber dem Leser bei der Betrachtung unserer Waldgärtnerzahlen Vorsicht empfohlen wird, ist uns vollkommen unklar.

Auf S. 165 beim Aufzählen jener Faktoren, die der Referent als wichtig für die Ausbreitung von *Ips typographus* und *Blastophagus piniperda* auf Windfallflächen erachtet, wird u. a. angeführt: „Die Aufarbeitung der Kiefer vor der Fichte, die rasche Austrocknung der letzteren"[1]) usw. Nach den Stürmen 1931—1932 verhielt es sich auf Windfallflächen gerade umgekehrt, d. h. daß die Kiefer rascher trocken wurde als die Fichte. Diese Erscheinung wurde von uns ausdrücklich hervorgehoben. Wir zitieren (S. 250): „Dies erklärt sich daraus, daß die Widerstandskraft der geworfenen Kiefern wegen größeren Wurzelschadens geringer ist als die der Fichtenwürfe. Die Kiefer mit ihrem Pfahlwurzelsystem geht beim Umstürzen der meisten wasserleitenden Wurzeln verlustig, die Fichte behält aber nach dem Fall in der Regel noch einen mehr oder weniger großen Teil ihres flachen Wurzeltellers unversehrt im Boden. Mitte August vorgenommene diesbezügliche Untersuchung der Windwürfe hat gezeigt, daß von Kiefern 10 % braune, 45 % mehr oder weniger verfärbte und 45 % grüne Krone hatten; entsprechende Zahlen für Fichte waren: 0, 10 und 90 %." Diese Ausführungen müssen der Aufmerksamkeit des Referenten offenbar entgangen sein.

---

[1]) Von uns gesperrt.

Bei der Besprechung unserer Fangbaumversuche bemängelte Schedl zunächst die Anordnung des Kontrollversuchs zur Prüfung der Effektivität des Streifenschälens. Er sagt nämlich: „Die Untersuchung einer 8 ha großen, teilweise aufgearbeiteten Windfallfläche, von welcher nur ein Teil nach Vorschrift behandelt, der Schlagabraum aber streifengeschält wurde, zeigt, daß während die Jungkäferpopulation je Quadratmeter Rinde auf streifengeschälten Hölzern nur 97 Käfer betrug, sie auf unbehandelten Hölzern 2075 Individuen erreichte, mit anderen Worten bewirkte das Streifenschälen eine Produktionsminderung von 95,3 %. Die Rindenstreifen waren im Durchschnitt 4 cm breit. Diese wörtliche Wiedergabe der Ergebnisse muß dennoch bezüglich des absoluten Grades ihrer Wirksamkeit stark angezweifelt werden. Die Populationszahlen je Rindenflächeneinheit beweisen doch nicht, daß die Reproduktion um 95 % vermindert wurde. Ein beweiskräftiges Verfahren hätte vielmehr darin bestanden, die Widerstandskomponente im Larvenstadium (Zahl der abgelegten Eier : Zahl der fertigen Jungkäfer je Flächeneinheit oder Familie) festzustellen. Auch wird durch das streifenweise Schälen kurz vor und während der Schwärmzeit ein größerer Teil der Käfer gezwungen worden sein, auf anderes nicht geschältes Material überzugehen."

Auch hier scheint der Referent den Zweck des Versuchs mißverstanden zu haben. Zunächst möchten wir auf einen Fehler in Schedls Zitat hinweisen, der das Verstehen der Versuchsanordnung unmöglich macht. Im ersten Satz dieses Zitats muß es heißen: „der Schlagabraum also geschält wurde", nicht „aber", denn die Vorschrift bestand ja eben darin, daß man alles Holz von über 10 cm Stärke streifenschälen mußte. Die Fläche wurde also in zwei Teile geteilt; in einem Teil war der Abraum streifengeschält, in dem anderen nicht. Die Frage, die wir uns bei diesem Versuch gestellt hatten, war, wie stark kann die Produktion (= Jungkäferpopulation) von *Ips typographus* durch das Streifenschälen herabgesetzt werden? Da wir mit vollem Recht annehmen konnten, daß die Produktion in dem behandelten Teil der Fläche dieselbe Höhe erreichen würde wie in dem unbehandelten Teil, wenn man das Streifenschälen unterlassen hätte, so war der Schluß, daß das Streifenschälen eine Verminderung der Produktion (wohlgemerkt Produktion, d. h. die Zahl der Jungkäfer je Flächeneinheit und nicht die Reproduktion des Weibchens) von 95,3 % bewirkte, vollkommen richtig. Es handelte sich hierbei nicht um die Ermittlung der Mortalität der Borkenkäferbrut als Folge der Austrocknung der Bastschicht, sondern um Feststellung der Wirksamkeit des Streifenschälens. Übrigens dürfte das Mortalitätsprozent der Larven in streifengeschälten Hölzern dieselbe Höhe, also etwa 95 %, erreicht haben, da das Schälen, nicht, wie in der Instruktion empfohlen, kurz vor oder während der Schwärmzeit, sondern nach der erfolgten Eiablage vorgenommen wurde.

Bei der Besprechung der eigentlichen Fangbaumversuche stellt Schedl fest, daß wir die Fangbäume in ganz ähnlicher Weise wie

Seitner, Golovjanko und Iljinsky analysiert haben. Dieses ist insofern nicht richtig, als die Genauigkeit unserer Methode jene der Verfahren genannter Autoren erheblich übertrifft. Wir untersuchen nämlich die Fangbäume nicht auf einigen kleinen Rindenprobeflächen, sondern auf der ganzen Oberfläche des Stammes. Es werden also sämtliche am Fangbaum vorhandenen Fraßbilder sektionsweise notiert. Dieses Verfahren haben wir später dahingeändert, daß die untersten zwei Metersektionen stets, dann aber jede zweite oder dritte Metersektion (je nach der Gleichmäßigkeit des Befalls) ganz untersucht wird. Der Referent, der auf die Genauigkeit eines Verfahrens große Forderungen stellt, hätte diesen Umstand hervorheben müssen.

Gelegentlich unserer Fangbaumversuche haben wir die Feststellung gemacht, daß die erste (basale) Stammsektion von *Ips typographus* in weit geringerem Grade befallen wird als die nächstfolgenden Sektionen; von *Blastophagus piniperda* wird dagegen die erste Metersektion am stärksten angegangen. Dieses Verhalten von *I. typographus* führten wir auf „die grobe und harte Rinde an der Stammbasis der Fichten zurück, die das Einbohrgeschäft und das Anlegen der Gänge wesentlich erschwert". Diese Erklärung hält Schedl für nicht haltbar. Er sagt (S. 168): „Die Erklärung von Trägårdh-Butovitsch, das *Ips typographus* weniger befähigt sei, die dicke Borke an der Stammbasis zu durchbohren, ist wohl nicht haltbar. Das Gegenteil könnte hier der Fall sein, denn Fichtenborke ist doch härter als Kiefernborke." Letzteres ist zwar ganz richtig und von uns auch betont worden, wie aber der Referent durch diese Feststellung die Unhaltbarkeit unserer Erklärung beweisen will, ist völlig unbegreiflich. Was hat die Weichheit der Kiefernborke und überhaupt die Kiefernborke mit *Ips typographus* zu tun? Auch ist es uns nicht verständlich, weshalb unsere Erklärung dem Referenten so unglaubwürdig erscheint. Wenn Fichtenrinde an der Stammbasis besonders hart ist und gerade die Basis vom Käfer weniger aufgesucht wird, so liegt doch der Gedanke nahe, daß es die Härte der Rinde ist, die den untersten Teil des Stammes für den Käfer weniger begehrlich macht.

Bei der Besprechung des Abschnitts über die Berechnung der erforderlichen Fangbaumzahl versucht Schedl den Beweis dafür zu erbringen, daß unsere Formel zur Berechnung der Fangbaumzahl nichts Neues darstelle und daß sie der Seitnerschen Formel für den Ausbreitungsfaktor vollkommen entspräche. Schedl drückt sein Erstaunen darüber aus, daß wir die Seitnersche Formel mißverstanden hätten. „Die beiden Autoren — sagt Schedl — werfen Seitner, wie Golovjanko und Iljinsky vor, daß er die Zunahme der Populationsdichte, die Kapazität der Bäume verschiedener Altersklassen und Wuchsformen (Schedl meint hier die Fangtauglichkeit der Bäume) nicht in Betracht gezogen habe. Wie schon einmal erwähnt, hat Seitner die Variationsbreite der Populationsdichte ausdrücklich genannt und die Gleichheit der Stämme der bestehenden Wurmtrocknis

und zu legenden Fangbäume vorausgesetzt.“ Soweit Schedl. Seitner sagt aber (l. c. S. 9):

1. „Umfaßte eine Wurmtrocknis, aus welcher der Käfer frei ausfliegen konnte, 100 Stämme, so wird sich bei einem ermittelten Ausbreitungsfaktor von 1,73 künftige Wurmtrocknis auf 173 Stämme (gleicher Stärke, bezw. gleicher Rindenfläche) erstrecken.“ Und

2. „war der erstbefallene Bestand ein achtzigjähriger mit einem Mittelstamme von 1,19 fm und einer Rindenfläche von 19,2 m² und war der auskommende Jungkäfer gezwungen, einen vierzigjährigen Fichtenbestand mit dem Mittelstamm 0,058 fm und einer Rindenfläche von 2,36 m² anzunehmen, so wird sich der Befall in diesem jüngeren Bestande auf eine Rindenfläche von $19{,}2 \times 100 \times 1{,}73 = 3322$ m², bezw. $3322 : 2{,}36 = 1408$ Stämme, bezw. auf $1408 \times 0{,}058 = 82$ fm erstrecken.“

Daraus ersieht man, daß Seitner, trotz Schedls ausdrücklicher Versicherung, weder einer eventuellen Zunahme der Befalldichte an Fangbäumen, noch der Fangtauglichkeit der Bäume verschiedener Altersklassen Rechnung trägt. Auch wird das Besetzungsprozent an bestehender Trocknis nicht berücksichtigt. Das erste Beispiel hat auch unter Voraussetzung gleichbleibender Befalldichte nur dann seine Richtigkeit, wenn die stehenden Stämme vom Borkenkäfer voll ausgenutzt waren; waren sie es aber nicht, dann wäre eine geringere Anzahl Fangbäume erforderlich. Das zweite Beispiel kann aber unter keinen Umständen stimmen. Denn hier wird weder die Veränderung der Befalldichte, noch das Besetzungsprozent an Altstämmen, noch die Fangtauglichkeit der Fichtenstangen berücksichtigt. Wenn wir nur das letzte Moment in Betracht ziehen, so ergibt sich, daß Bäume von 0,058 fm Inhalt in die 10—14 cm-Durchmesserklasse gehören (Grundner und Schwappach, Massentafeln 1906) und nach unseren Untersuchungen eine für *Ips typographus* bruttaugliche Rindenfläche von im Durchschnitt ca. 1 qm haben. Der Befall wird sich also (Beispiel 2) nicht auf 1408, sondern auf $3322 : 1 = 3322$ erstrecken. Streng genommen hätte man hier auch für die Althölzer statt der totalen Mantelfläche (3322 qm) deren bruttaugliche Mantelfläche nehmen müssen; da aber der Unterschied zwischen diesen bei starken Althölzern sehr gering ist, kann diese Korrektion keine nennenswerte Änderung des Resultats herbeiführen.

Unsere „fangtaugliche Fläche“, die Schedl im Zusammenhang mit der Besprechung der Arbeit von Iljinsky als einen „treffenden Ausdruck“ bezeichnet, erscheint ihm später überflüssig: „der von Trägårdh-Butovitsch angeblich neu eingeführte Begriff der fangtauglichen Fläche (Verhältnis der Gesamtmantelfläche des Stammes zur bebrütbaren Fläche) ist nichts anderes als die Baumkapazität von Iljinsky. Die aufgestellte Formel bietet also nichts wesentlich Neues.“ Diese kategorische Behauptung Schedls ist in doppelter Hinsicht verfehlt. Einerseits ist die fangtaugliche Fläche nicht das Ver-

hältnis der gesamten zur bebrütbaren Fläche, sondern der Teil der Mantelfläche eines Stammes, der für die fragliche Borkenkäferart als geeignet, also bruttauglich, anzusehen ist; sie wird nicht als Verhältnis, sondern in Flächenmaßen (Quadratmetern) ausgedrückt. Will man den relativen Wert der fangtauglichen Fläche erhalten, so dividiert man selbstverständlich diese durch die Gesamtmantelfläche und nicht, wie Schedl es tut, umgekehrt. Anderseits ist aber auch die Baumkapazität von Iljinsky durchaus nicht das Verhältnis zwischen totaler und bebrütbarer Fläche. Unter Kapazität versteht Iljinsky den Befall am Stamm, ausgedrückt in der Zahl der Fraßbilder oder Muttergänge, je nach dem, ob es sich um eine monogame oder eine polygame Art handelt. Um die Kapazität verschiedener Stämme vergleichbar zu machen, setzt sie Iljinsky in Beziehung zu der Gesamtfläche des Stammes. Diese Verhältniszahl, Kapazitätsindex, ist, wie Iljinsky es selbst hervorhebt, nichts anderes als Befalldichte, bezogen auf die Gesamtmantelfläche des Stammes.

Beim flüchtigen Durchsehen einer Arbeit mit etwas schwierigerem Inhalt können derartige Fehler, wie falsche Deutung eines neuen Begriffs, leicht vorkommen. Schedl hat aber die Arbeit Ijinskys gründlich studiert und gibt auch in diesbezüglichem Referat eine richtige Definition der Kapazität (eigentlich des Kapazitätsindex) (S. 160): „Darunter versteht er (Iljinsky) das Verhältnis aus der Zahl der insgesamt angesiedelten Familien je Baum zur Gesamtoberfläche.“ Um so erstaunlicher ist es, daß Schedl bei der Kritik unserer Formel eine völlig verschiedene und unrichtige Deutung dieses Begriffs, nämlich: Kapazität = fangtaugliche Fläche = Gesamtmantelfläche : bebrütbare Mantelfläche, gibt. Diese willkürliche Behandlung des Stoffes macht die ganze Beweisführung Schedls wenig überzeugend.

Aus dem Gesagten dürfte es einleuchten, daß die Begriffe „fangtaugliche Fläche“ und „Kapazität“ grundverschieden sind. Ein Stamm z. B., dessen Mantelfläche von 10 qm für eine bestimmte Art zu 80 % bruttauglich ist, hat eine fangtaugliche Fläche von 8 qm; hierbei ist es gleichgültig, ob und wie dicht dieser Stamm vom Borkenkäfer befallen ist oder wird. Die fangtaugliche Fläche ist also eine konstante Größe. Die Kapazität dieses Stammes kann aber stark variieren, und zwar von Null bis zu einem gewissen Sättigungsmaximum, je nach der Menge der anfliegenden Borkenkäfer.

Bei der Erklärung der Zeichen in unserer Fangbaumformel $F = \frac{N \cdot Y}{18\, M_l}$ verfährt Schedl in gleicher Weise ohne viel Rücksicht auf die wirkliche Bedeutung dieser Zeichen zu nehmen. Der Ausdruck $M_l$, der, wie wir ausdrücklich gesagt haben, die bruttaugliche Mantelfläche in Quadratmeter je Fangbaum von einer bestimmten Stärke bedeutet, wird von ihm dem Koeffizienten der bruttauglichen Mantelfläche bezw. dem Kapazitätskoeffizienten gleichgestellt. Auch soll nach Schedl das „F“ = Fläche der zu werfenden Fangbäume = „A“

= Ausbreitungsfaktor Seitners sein. F ist indessen nicht die Fläche, sondern die Zahl der zu werfenden Fangbäume von bestimmter Stärke. Ungeachtet dieser Fehldeutung ist aber die Gleichung F = A ganz unmöglich, gleichgültig ob F als Fangfläche oder Fangbaumzahl aufgefaßt wird. Denn der Ausbreitungsfaktor (A) ist der Ausdruck für die Vermehrungsenergie des Käfers und wird aus dem Verhältnis der Zahl der überlebenden Jungweibchen zu der Zahl der Altweibchen berechnet. Es bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung, daß zwischen diesem Verhältnis und der Fangfläche oder Fangbaumzahl kein Gleichheitszeichen gesetzt werden kann.

Nach dieser vorbereitenden „Vereinheitlichung" der Begriffe versucht der Referent unsere Formel mit aller Gewalt in den Rahmen der Seitnerschen Formel einzuzwängen. Dabei bedient er sich einer ähnlichen Beweisführung wie in oben erwähnten Beispielen. Schedl stellt zunächst fest, daß unser Ausdruck $\frac{N - 0{,}75\,N}{2 \,.\, 2{,}25}$ dem Seitnerschen 0,18 AW + 0,45 JK vollkommen entspräche (AW bedeutet die Zahl der Altweibchen, N und JK die Zahl der Jungkäfer). Er bemerkt allerdings hierzu, daß wir in unserer Formel die Altweibchen nicht berücksichtigen und ein höheres Mortalitätsprozent voraussetzen. Die beiden angeführten Ausdrücke besagen aber durchaus nicht dasselbe, nämlich Seitners 0,45 JK die Zahl der zu erwartenden eilegenden Jungweibchen, unser $\frac{N - 0{,}75\,N}{2 \,.\, 2{,}25}$ aber die Zahl der zu erwartenden Familien (= Fraßbilder). Das „Y" unserer Formel (Mindestfläche je Fraßbild) ist nach Schedl in der Formel Seitners „dadurch berücksichtigt, daß für den Faktor BD die maximale Befalldichte eingesetzt werden kann". Hat denn der Referent nicht daran gedacht, daß dadurch der Ausbreitungsfaktor vollkommen wertlos wird und nicht mehr als solcher angesehen werden kann, denn er wird dann nicht mehr die Vermehrungsenergie des Käfers angeben, sondern das Verhältnis der Zahl der Jungweibchen zu einer willkürlich eingesetzten und wissentlich nicht vorhanden gewesenen Zahl der Muttertiere (BD ist die Zahl der Muttergänge, ist also gleich der Zahl der Altweibchen).

Nach Weglassen des $M_1$ (bruttaugliche Fläche je Fangbaum) stellt schließlich Schedl folgende, gänzlich unmögliche Gleichung auf:

$$F = Y \frac{N - 0{,}75\,N}{2 \,.\, 2{,}25} = A = \frac{0{,}18\,AW + 0{,}15\ JK}{BD}$$

Setzt man in diese Gleichung statt dieser Ausdrücke deren wirkliche Bedeutung, so erhält man:

Zahl der zu werfenden Fangbäume = Fläche der zu werfenden Fangbäume = Ausbreitungsfaktor oder Verhältnis der Zahl der Jungweibchen zu der Zahl der Altweibchen = Verhältnis der Zahl der Jungweibchen zur maximalen Befalldichte.

Es handelt sich hier also um vier verschiedene Begriffe und daher haben sämtliche Gleichheitszeichen keine Berechtigung.

Der grundsätzliche Unterschied zwischen dem Verfahren Seitners und dem unseren ist der, daß Seitner sich darauf beschränkt, die Produktion des Käfers je Quadratmeter Rinde im Verhältnis zur Befalldichte an einigen Probestämmen zu ermitteln, während wir, außer Produktion, auch die Besetzung (d. i. die von Borkenkäfern ausgenutzte Mantelfläche) berücksichtigen. Bei der Berechnung der zu werfenden Fangbaumzahl geht Seitner von der gesamten Mantelfläche der befallenen Bäume aus und multipliziert diese mit dem Ausbreitungsfaktor. Hierin liegt eine Fehlerquelle, die das Endergebnis oft sehr stark beeinflussen kann. Denn die Tatsache, daß ein Stamm von einer Borkenkäferart befallen ist, besagt noch nicht, daß die ganze Fläche dieses Stammes wirklich ganz ausgenutzt ist. Gerade zu Beginn von Borkenkäfergradationen, die nach einem Naturereignis (Sturm, Waldbrand, Schneebruch usw.) aufzutreten pflegen, zeigt das Besetzungsprozent eine relativ sehr niedrige Höhe. Unter solchen Umständen ist die Seitnersche Methode zur Berechnung der Fangbaumzahl nicht gut zu empfehlen. Folgendes Beispiel mag dies erläutern.

Auf einer 1 ha großen Windfallfläche (Fichte) beträgt die Gesamtmantelfläche der von *Ips typographus* befallenen Hölzer 600 qm, das Besetzungsprozent ist 50, die vom Buchdrucker ausgenutzte Fläche also 300 qm. Die auf Grund der Rindenproben festgestellte Produktion beträgt 3200 Jungkäfer je Quadratmeter und die Befalldichte 100 Muttergänge je Quadratmeter. Der Ausbreitungsfaktor wäre dann nach Seitner (ohne Altweibchenbrut gerechnet):

$$A = \frac{0{,}45\ JK}{BD} = \frac{0{,}45 \cdot 3200}{100} = 14{,}4$$

und die Fläche der zu werfenden Fangbäume

$$14{,}4 \times 600 = 8640 \text{ qm}$$

Bei einer Mantelfläche von rund 12 qm je Fangbaum und von etwa 30 cm Brusthöhendurchmesser würde diese Fangfläche

$$\frac{8640}{12} = 720 \text{ Fangbäumen}$$

entsprechen, einer für die Praxis vollkommen unmöglichen (je Hektar!) Zahl.

Berechnet man nun die Fangbaumzahl nach unserer Formel, so erhält man ($N = 3200 \cdot 300 = 960\,000$; $Y = 0{,}002$ qm):

$$F = \frac{N \cdot Y}{18\, M_1} = \frac{960\,000 \cdot 0{,}002}{18 \cdot 12} = 8{,}9 \text{ Fangbäume}$$

von gleicher Größe.

Im vorliegenden Fall würden wir also nur 1,2 % davon gebraucht haben, was nach Seitner zu verwenden wäre.

Worauf beruht nun diese in der Tat enorme Differenz? Zunächst ist es die Jungkäfermortalität, die Seitner auf nur 10 % schätzt, während wir mit einer solchen von 75 % rechnen. Setzt man diese Zahl in die Seitnersche Formel ein, also statt 0,45 JK 0,125 JK, so erhält man im angeführten Fall statt 720 200 Fangbäume. Eine weitere kräftige Reduktion der Fangbaumzahl, und zwar von 200 auf 17,8 Fangbäume, würde durch Einsetzen der Mindestfläche je Faßbild bezw. der maximalen Befalldichte in die Seitnersche Formel erfolgen. Allerdings würde dies den Verzicht auf den Ausbreitungsfaktor und somit auf die ganze Formel bedeuten.

Um zu derselben Fangbaumzahl, wie sie unsere Formel angibt, zu gelangen, müßte schließlich noch das Besetzungsprozent berücksichtigt werden. Diese Korrektion ist allerdings nach Seitner nicht möglich, da sein Verfahren die Ermittlung der von Borkenkäfern ausgenutzten Mantelfläche nicht gestattet.

Wie man leicht sehen kann, die einzige Änderung, die in der Seitnerschen Formel für den Ausbreitungsfaktor vorgenommen werden könnte, ohne ihr Bestehen in Frage zu stellen, ist die Erhöhung des Mortalitätsprozents. Diese Änderung würde aber bei weitem nicht ausreichen, um den Anforderungen, die an eine praktisch anwendbare Fangbaumformel zu stellen sind, zu genügen. Die Schlußbemerkung Schedls, daß „die von Seitner aufgestellte Formel für den Ausbreitungsfaktor unter Berücksichtigung der maximalen Befallsdichte und der Kapazität der Stämme bestehen bleibt", ist nicht stichhaltig. Denn, wie wir bereits oben gezeigt haben, verliert die Formel als Ausdruck für den Ausbreitungsfaktor in dem Augenblick jeden Sinn, wo die tatsächliche Befalldichte durch die maximale Befalldichte ersetzt wird. Damit soll jedoch nicht gesagt werden, daß die Seitnersche Formel überflüssig sei. Sie ist, wie wir in unserer Arbeit nachdrücklich betont haben, ausgezeichnet zur Prognosestellung, zur Berechnung der Fangbaumzahl aber ungeeignet.

* * *

In den vorstehenden Ausführungen hoffen wir zur Genüge gezeigt zu haben, daß Schedls Kritik unserer Abhandlung einer sachlichen Überprüfung nicht standhalten kann. Schedl behandelt unsere Arbeit als einen populationswissenschaftlichen Beitrag und nicht als einen Schädlingsbekämpfungsbericht, den sie im wesentlichen darstellt. Sie kann daher nicht allen Anforderungen genügen, die an eine wissenschaftliche Populationsuntersuchung zu stellen sind.

Die Prüfung der Schedlschen Einwände zeigt, daß er mit manchen mit Borkenkäfergradationen zusammenhängenden Fragen untersuchungs- und bekämpfungstechnischer Art nicht genügend ver-

traut ist und infolgedessen zu irrigen Schlüssen kommt. Auch seine Beweisführung läßt in bezug auf Sachlichkeit manches zu wünschen übrig; insbesondere gilt das für die Behandlung der Formeln, wobei Schedl nicht selten weit über die Grenze des Zulässigen hinausgeht. Daß gerade der Referent uns, sowie auch Golovjanko und Iljinsky, den „Mangel an Überblick über das gesamte Problem" vorwirft, mutet etwas eigenartig an. Uns kann dieser Vorwurf nicht treffen, denn ohne Überblick über das gesamte Problem — und das war für uns Abwehr der drohenden Schädlingsgefahrt — hätten wir wohl kaum die Massenvermehrung der Borkenkäfer zum Stillstand bringen können.

# Referate.

## Einzelreferate.

**Friederichs, Karl,** Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder Biologische Raumforschung. (Bios, Abhandlungen zur theoretischen Biologie und ihrer Geschichte, sowie zur Philosophie der organischen Naturwissenschaften. Bd. VII.) — VIII und 108 Seiten. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1937. Preis brosch. 8,— RM.

Das vorliegende Buch ist von der größten Bedeutung für die künftige Entwicklung der Naturwissenschaft, vor allem der Biologie. Der Verf. sucht einen Weg zu weisen, auf dem wir aus dem Chaos des beziehungslosen Nebeneinanders, des abgekapselten Spezialistentums, des technischen Virtuosentums herauskommen und wie wir zur Wiedervereinigung und Sinnerfüllung der heute vielfach noch isolierten Einzelwissenschaften gelangen können: nämlich durch den Gedanken von der Einheit der Natur als Kosmos. Dazu muß den Ausgangspunkt das Ganze, das „vor den Teilen war", bilden; „dieser Ausgangspunkt läßt zur Wesensschau vordringen, und allein das so gewonnene Naturbild kann und darf, ja muß vernünftigerweise ‚verabsolutiert' werden, d. h. eine Natur- und Weltanschauung vermitteln. Das sollte alles längst klar sein und ist auch oft ausgesprochen worden, aber der Kampf um diese Dinge währt noch."

Um wenigstens einen Begriff vom Ideengehalt des Friederichschen Buches zu geben, dürfte es das Beste sein, einige Stellen daraus anzuführen: „Die historische Entwicklung", schreibt der Verf. im Vorwort, „hat es mit sich gebracht, daß die einheitliche Naturwissenschaft einer früheren Zeit in eine große Zahl von Einzelwissenschaften zerfallen ist, die ihren Weg isoliert und unabhängig voneinander verfolgen und dadurch der Sinngebung ermangeln. Es hat aber längst der Vorgang ihrer Wiederannäherung begonnen, und Verf. macht für die Naturwissenschaften zur Grundlage ihrer Wiedervereinigung und Sinngebung die Ökologie, indem sie dabei nicht nur als Fach der Biologie, sondern in einem sehr weiten Sinne verstanden wird, und indem dabei nicht das mechanistische und vom Teil ausgehende Denken, das nur zu den ‚Teilen in der Hand' führt, angewendet wird, sondern das organische, vom Ganzen ausgehende Denken, durch welches das ‚geistige Band' wiederhergestellt wird." „Das bedeutet Einschluß der Metaphysik, deren grundsätzlicher Ausschluß aus biologischer und naturwissenschaftlicher Arbeit sich unseres Erachtens immer mehr als unmöglich erweist, schon weil die Grenze dazu fließt. Gehörte doch z. B. die Atomlehre einst der Metaphysik an. Wie die Erfahrung auf die atomare Welt nur indirekt, aus ihren Wirkungen, schließen kann, ohne daß je ein Atom oder noch Feineres Gegenstand der direkten sinnlichen Wahrnehmung würde, so gilt dasselbe auch für manches andere, das als metaphysisch von den meisten als grundsätzlich unerforschbar angesehen wird." (Vorwort.) ... „Die große Bedeutung, die raffinierte Techniken für die Aufdeckung neuen Tatsachenwissens gewannen, schuf den Spezialisten und den Spezialistengeist, dem das isolierte, Selbstzweck gewordene, analysierende Vordringen in einem an sich engen, durch die Häufung der Wissenstatsachen aber gleichwohl nicht leicht zu beherrschenden Gebiet genügt. Solche Beschränkung erschien um so weiser, um

so mehr Geborgenheit wie auf einer ruhigen Insel schaffend, je mehr verschiedene Naturanschauungen und philosophische Systeme einander zerfleischten. Aber das Ergebnis ist Anarchie, Zerfall der Universitas nicht nur in den einzelnen Wissenschaften, sondern in zahllose Spezialgebiete, die wenig Verbindung miteinander haben." (I. Kapitel, S. 5.) ... „Es muß noch vorausgeschickt werden, daß ein Zusammenkommen der Geister in diesem Sinn nur dann möglich ist, wenn das dreidimensionale (statische) Denken, das jetzt noch vorwiegt, allgemein ersetzt wird durch das ‚fließende' (dynamische), vierdimensionale, das Denken in ‚Gestalten', in dem der Faktor ‚Zeit' eine große Rolle spielt und das für die Ökologie, wie sie hier aufgefaßt wird, typisch ist, aber auch auf allen anderen Gebieten mehr und mehr angewendet wird." (Kap. I, S. 6.) ... „Die Einheit der Natur äußert sich in Ordnungen verschiedener Art, die einzeln betrachtet werden müssen: 1. der Kreislauf auf Grund der finalen Eigenschaften der Stoffe, 2. die enkaptische Ordnung, 3. die Rhythmen im kosmischen und biologischen Geschehen, 4. der Einheitsfaktor (‚Genius loci'), 5. die Harmonie in der Natur. Diese verschiedenen Ordnungen sind auseinander ableitbar, indem die finalen Eigenschaften der Stoffe den geordneten Kreislauf derselben bedingen; indem ohne die enkaptische Ordnung die Vielheit des Seins nicht möglich wäre und damit auch nicht die Gemeinsamkeit von Rhythmen kosmischer und biologischer Vorgänge; indem endlich der Einheitsfaktor und die Harmonie Ergebnisse all jener Ordnungen sind." (Kap. II. S. 12/13.) ... „Der Lebensraum veranlaßt den Phänotypus der Wesen darin, modifiziert ihr Verhalten, bestimmt die Arten und die Individuenmenge, die darin leben kann; umgekehrt modeln die Wesen seine Beschaffenheit um oder erhalten sie, z. B. durch Wühlen in der Erde dem Regenwasser regelmäßigen Abfluß in die Erde hinein ermöglichend usw. — ein Beziehungsgefüge, das das Ganze einer Landschaft, Lebensraum und Lebensgemeinschaft, zur Einheit, zum Holocoen verbindet, ein kleines Universum daraus macht. Das Holocoen wird also durch ein äußerst verwickeltes Gewebe von Beziehungen zusammengehalten und in seinem Sosein erhalten; alles darin steht zu allem in Beziehung, alles wirkt auf alles direkt oder indirekt ein, und zugleich findet sich alles in ständiger rhythmischer, dem Rhythmus der Tages- und Jahreszeiten entsprechender Bewegung. Die Einheit ist also eine solche des Neben und des Nacheinander, in Raum und Zeit."

„In seinem, durch die starke Berücksichtigung der Biocoenose, der Biologie überhaupt, auch für Biologen sehr anregenden und lehrreichen Buch ‚Die Struktur der Ganzheiten, erkennt Burkamp die indirekte Wirkung aller Glieder der Biocönose auf alle anderen darin an, obgleich sie für den einzelnen isoliert gedachten Zeitpunkt nicht bestehe." Mit wie wenig anderen Organismen kommt ein Organismus eines Waldes oder Sees selbst in einem ganzen Tag in Wirkungskontakt? Dasselbe gilt für die einzelne berufstätige Person in einem volkswirtschaftlichen Ganzen. Vielleicht erschöpft sich ihr volkswirtschaftlicher Kontakt schon innerhalb der meisterlichen Werkstatt. Und doch ist für sein berufliches Schicksal jeder organisch wichtige Bestandteil der Volkswirtschaft, der er sich eingliedert, wichtig. Auf Umwegen beeinflußt er das Wohl und Wehe jedes Berufs. So ist auch für das Schicksal einer einzelnen Raupe eines Waldes jeder andere Biotypus des Waldes auf Umwegen bedeutsam." (Kap. II, S. 19.)

„Der Organismus und seine Umwelt bilden also, (wie Woltereck es ausgedrückt hat), ein Beziehungsgefüge. Beide, die Umwelt wie der Organismus sind Gestalten; ist doch der Organismus von Geburt bis zum Tod derselbe trotz aller Veränderungen, die mit ihm vorgehen und durch die in längerer Zeit fast seine ganze Substanz durch den Stoffwechsel ausgewechselt wird, und ist doch kein Wesen notwendig an einen bestimmten Platz gebunden, sondern die Pflanze kann verpflanzt werden, das Tier eine andere Umwelt aufsuchen; beide aber gedeihen nicht in einer beliebigen, sondern nur in Umwelten mit geeigneten Eigenschaften, und das eben bedeutet, daß die ‚Umwelt' eine Gestalt ist: wechselnd und doch beständig in gewissen Eigenschaften." (Kap. II, S. 23/24.) ... „So ist denn jede Stufe mehr als die Summe der niederen Stufen, die sie zusammensetzen, doch ist ihr nicht etwas neues äußerlich beigefügt, sondern dieses entspringt aus dem

Gesamtsein der Teile, aus der Ordnung des Ganzen, aus den bestehenden Bedingungen. Die in den immer höheren Seinsstufen jeweils auftretenden neuen Eigenschaften aber zeigen, daß die Wirkung des Ganzen auf die Teile nicht nur regelnd, sondern konstitutiv sein kann in dem Sinne, daß Potenzen aktiviert werden." (Kap. II, S. 26.) ... „Welches ist das Prinzip, nach dem die höheren Seinsstufen die niederen zusammenfassen und schöpferisch erhöhen? Wir haben bereits durch das Wort ‚Eingeschlossensein' (Enkapsis) auf das Prinzip der Integration hingedeutet. Integration bedeutet Macht der Teile übereinander. Sie verlieren je nach der Höhe der Integration mehr oder weniger von ihrer Selbständigkeit und werden voneinander abhängig, wie z. B. verschiedene Organe eines Körpers abhängig sind, aber auch die Komponenten jedes physikalischen Gleichgewichtssystems. Beides zusammen, Macht und Abhängigkeit, äußert sich als Ganzes, das Macht über die Teile hat, und doch wiederum durch die Teile ist. Jeder wesentliche Teil (Glied) ist dem Ganzen unentbehrlich, das Ganze ihm. Die Seinsstufen sind Integrationsstufen." (Kap. II, S. 35/36.) „Was integriert ist, hat Gestalt. Gestalten sind Einheiten in der Zeit, wie die Formen im Raum. Zeit und Raum bilden eine Union d. h. Einheit; der Raum ist in der Zeit einbeschlossen wie die Fläche im Raum, die Linie in der Fläche, der Punkt in der Linie" (Kap. II, S. 37).

Über das Wesen der Ökologie sagt Friederichs zusammenfassend: „Ökologie ist in der älteren, engeren Auffassung ein in Botanik und Zoologie als Unterdisziplin gegebenes Fach, das die Beziehungen der Pflanzen bezw. der Tiere zu ihrer Umwelt behandelt. Da also diese Umwelt (Wohnwelt) immer mit Gegenstand der Untersuchung ist, so geht unmerklich in einer besonders in der Hydrobiologie längst vollzogenen Weise die Ökologie in die Erforschung des Naturganzen über, man kann sagen: des Raums (‚Raumforschung') und wird dadurch zur vereinten Naturwissenschaft, zur Wissenschaft von der Natur. Daran kann von jedem Einzelfach, auch von den anorganischen Naturwissenschaften aus, gearbeitet werden. Sie ist dann die ‚Wissenschaft von dem Verhältnis der Wesen und Dinge, des Naturerscheinungen zueinander': eine zusammengesetzte Wissenschaft, ohne eigene Axiome, aber mit neuer Fragestellung, die den ganzen Naturwissenschaften, indem sie auch Naturphilosophie miteinschließt, erst den rechten Sinn und die Krönung gibt, insbesondere dadurch, daß sie die Untersuchung auch auf das Verhalten des Menschen zur Natur ausdehnt. Das Wesen der Ökologie beruht also auf ihrem umfassenden Gegenstand und ihrer Methode, die in erster Linie im ganzheitlichen Denken besteht." (Kap. IV, S. 66).

Über die Aufgaben der Ökologie: „Grundfrage der biozentrischen Ökologie ist das Verhältnis von Organismus und Wohnwelt: Darin sind eingeschlossen die biologischen, klimatischen, kosmischen Periodizitäten in ihrem Zusammenhang und das Auf und Ab der Bevölkerungsbewegung bei Menschen und Tieren. Die vergleichende Raumforschung hat eine beschreibende Vorstufe: Die Zusammenstellung des in gleichen Lebensräumen nebeneinander Vorkommenden, als Voraussetzung der Untersuchung, warum dieses gesetzmäßige Nebeneinander statt hat. Diese Untersuchung führt regelmäßig durch die ganze Natur, Boden, Klima, Lebensgemeinschaft, hindurch und zuletzt zu einer genauen Kenntnis des betreffenden Landes, einer Heimatkunde, die Einst und Jetzt umfaßt in einer über das Ziel der Geographie weit hinausgehenden Tiefenforschung. Die größten Aufgaben aber erwachsen der Ökologie in praktischer Hinsicht: all das was auf Erhaltung und Störung des Gleichgewichtes der Natur Bezug hat: Entwaldung, Entwässerung und Bewässerung, Landgewinnung, naturfremde oder naturhafte Wirtschaftssysteme der Forst- und Landwirtschaft, erstere mit ihrem Gefolge von Insektenplagen und Pflanzenkrankheiten. Auch die Lehre von den Seuchen der Menschen und Tiere hat ihre ökologische Seite, und zu den Folgerungen aus der Ökologie gehört der Naturschutz." (Kap. IV, S. 73).

„Im allgemeinen ist die Ökologie der getreue Ekkehart der Wirtschaft, indem sie auf ihre Planlosigkeit, Maßlosigkeit, ihr Unverständnis gegenüber den Dingen der Natur warnend hinzeigt." Friederichs weist in diesem Zusammenhang auf die großen

Gefahren der Entwaldung hin, die in vielen Ländern schon große Strecken Landes zur Wüste gemacht und furchtbare Hochwasserkatastrophen herbeigeführt hat. Ja, ganze Kulturvölker können durch die Reaktion der Natur gegen diese weitgehende Veränderung ihres Gefüges verfallen, wie das Volk der Mayas (der „Griechen des Westens"), die durch Deterioriation des Landes sich selbst ruinierten. Allgemein in das Bewußtsein des Volkes treten heute die Fehler, die in der Forstwirtschaft der letzten hundert Jahre gemacht wurden (und die gewiß nicht unbeteiligt sind an der Vermehrung der Schadinsekten). Auch die Verkünstelung des Wasserhaushaltes unserer heimischen Erde ist eine Frage allerersten Ranges, bei der es auf die Dauer um Sein und Nichtsein gehen kann. „Kanäle, Entsumpfungen, Gewässersenkung, die Regulierung von Fluß- und Bachläufen: alles das muß durch Übertreibung in die Richtung einer Austrocknung (‚Versteppung') des Landes führen; auch wird das Wasser, beladen mit wertvollen Stoffen, die, sich niederschlagend, den Boden befruchten würden, auf direktestem Wege ins Meer gejagt und damit die Auswaschung des Bodens gefördert."

Endlich seien noch folgende Sätze besonders hervorgehoben: „Ökologie als Wissenschaft von der Natur hat nur dann einen zukunftsbezogenen Sinn, wenn angenommen wird, daß die Entwurzelung des Menschen mindestens teilweise reversibel ist oder daß zum mindesten ein Teil der Menschen für sich und ihre Nachkommenschaft die Verbundenheit mit den ‚Müttern' bewahrt und bewahren wird und damit die Fähigkeit, ein erneutes Menschengeschlecht hervorzubringen. Nicht werden dazu genügen Naturverbundenheit, Kraft, Stärke, Widerstandsfähigkeit, Härte, Erbgesundheit, sondern mindestens ebensosehr gehört dazu die Glaubensfähigkeit, das Wissen um den geistigen Urgrund alles Seins und der Tödlichkeit der Entfernung davon. Ökologie in unserem Sinne ist darum vor allem diejenige wissenschaftliche Gesinnung und Methode, welche zu dem Teil, zu dem Wissenschaft das überhaupt kann, dazu beitragen will, die heutige furchterweckende Situation des Menschen zu überwinden." (Kap. IV, S. 85/86). Zum Schluß beantwortet Friederichs die Frage, welche Entwicklung in bezug auf die leitende Idee der Biologie als Spitze der Naturwissenschaft noch möglich sei, dahin, daß, nachdem Naturbeschreibung, Morphologie und Entwicklungsgeschichte, Physiologie aufeinander gefolgt sind, und nunmehr die Ökologie sie zusammenfaßt, als nächste Stufe nur eine möglich: die psychische. Gemeint ist damit, daß es mehr ins Bewußtsein treten wird, daß das Wesen des Lebens psychisch ist und daß man die Folgerungen daraus ziehen wird.

Es folgt noch Anhang I über „Ökologische Forschung und ökologischer Unterricht" und Anhang II über „Erkenntnis und Wirklichkeit", auf die wir nicht näher eingehen wollen.

Ich habe das Friederichssche Buch ausführlicher besprochen als es sonst im Rahmen eines Referates üblich ist, um die Aufmerksamkeit besonders darauf zu lenken. Denn ich bin der Meinung, daß kein Biologe an dieser Schrift vorbeigehen kann, mag er zu den Friederichsschen Gedankengängen stehen wie er wolle. K. E.

**Hesse, R.,** Der Haushalt der Insekten. Sonderausgabe aus den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften Phys.-Math. Klasse XII. In Kommission bei Walter de Gruyter & Co, Berlin 1935.

Wie der Markterfolg einer Maschinenart abhängt von der günstigen Ausnutzung der zugeführten Energie durch geschickte Anordnung und Zusammenarbeit ihrer Teile und von ihrer vielfältigen Verwendbarkeit, so wird der Erfolg einer Tiergruppe im Kampf ums Dasein bedingt durch die Funktionstüchtigkeit und Anpassungsfähigkeit ihres Bauplans. Ein untrüglicher Maßstab dieses Erfolges ist die Artenzahl und Individuenmenge, in der die Gruppe vorkommt, und ihre Ausbreitung auf viele verschiedene Lebensstätten. In dieser Beziehung stehen zweifellos die Insekten an der Spitze aller vielzelligen Tiere.

Drei Viertel aller lebenden Tierarten. etwa 750 000 von 1 Million sind Insekten. Nicht nur in der Artenzahl, sondern auch in der Menge der Einzeltiere sind sie unübertroffen, wie ja gerade wir angewandten Entomologen zur Genüge wissen. Dabei sind sie alle nach dem gleichen Grundplan gebaut, eine sehr einförmige Gruppe. „Wenn man eins kennt, kennt man sie alle“ (Grenacher). Aber dieser eine Bauplan ist innerhalb seiner zahlenmäßigen Gebundenheit in erstaunlicher Mannigfaltigkeit variiert, und diese Vielfältigkeit im einzelnen ist es, weshalb die Insekten ökologisch so überaus verschiedenen Bedingungen gewachsen sind.

Wo liegen nun im Bau und in der Energiewirtschaft der Insekten die Grundlagen für jene großen Erfolge? Auf diese Frage gibt Richard Hesse in der vorliegenden Schrift eine überaus klare und alles wesentliche berücksichtigende Antwort.

Ausgehend von der Panzerung der Arthropoden schildert Hesse, wie das als Ansatzstelle für die Muskulatur dienende Hautskelett ein aus gelenkig verbundenen Einzelgliedern bestehendes Bewegungsskelett darstellt, das im Gegensatz zum Hautmuskelschlauch der Ringelwürmer keinerlei Muskelkontraktionen verloren gehen läßt, sondern ihre völlige Ausnutzung nach Raum und Zeit, in Maß und Geschwindigkeit vermittelt und schließlich die Vorbedingung für die Arbeitsteilung des ursprünglich honomon gegliederten Körpers in verschieden arbeitende Abschnitte ist. Die hohe Leistungstüchtigkeit der Insektenkiefer und die zum Teil erstaunliche Leistung in Lauf, Sprung und Flug resultieren aus dieser Arbeitsteilung. Neben den Vorzügen des Außenpanzers fehlt es allerdings auch nicht an Schattenseiten. So wird vor allem dem Größenwachstum der Insekten durch die Panzerung eine Grenze gesetzt. Sehr anschaulich legt dann Hesse dar, wie die Teilungsfähigkeit des Eies im Gegensatz zu anderen Tiergruppen nur ganz ungenügend ausgenutzt wird und bei weitem nicht erschöpft sein kann, und wie als Folge davon die Körperzellen selbst jugendlich, leistungsfähig, vielfach auch undifferenziert und weiterhin entwicklungsfähig bleiben, so daß sich bei den Insekten während der ganzen Lebensdauer beständig eine Kette von Erneuerungen folgt und die Imago gewissermaßen eine Neuschöpfung desselben Individuums mit unverbrauchten, leistungsfähigen Organen ist.

Die Imaginalzeit bringt gleichzeitig die Hauptleistung mit Begattung und Eiablage. Auf diese Höchstzeit wird während des ganzen übrigen Lebens gespart und gespeichert. Die ganze Fraßzeit der Larven dient nur zur Anhäufung von Vorräten, die vom Volkerf oft in kürzester Zeit aufgebraucht werden. „Das Insekt spart in Pfennigen, um in Talern hinauswerfen zu können.“ Aber diese Höchstleistungen gerade sind es, die seine Überlegenheit bedingen.

Zu dem Haushalt der Wirbeltiere, wo durch sparsame Wirtschaft große und langlebige Tiere entstehen können, steht der Haushalt der Insekten im Gegensatz durch seinen hohen Aufwand. Aber große Leistung auf Kosten der Lebensdauer ist ein sehr wirksames Mittel im Kampfe ums Dasein; der kurzen Lebenszeit entspricht schnelle Vermehrung und daraus ergeben sich die Riesenmengen der Nachkommen.

Für jeden, der mit Insekten arbeitet. ist es genußreich, die kleine Schrift von Hesse zu lesen. Sie ist hervorragend geeignet, das Interesse und Verständnis für diese so wichtige Tiergruppe zu wecken und zu vertiefen. Chr. Hofmann.

**Handbuch der Pflanzenkrankheiten.** Begründet von Paul Sorauer. VI. Band. Pflanzenschutz. Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Herausgegeben von Prof. Dr. O. Appel, Geh. Regierungsrat in Berlin. 1. Lief. Berlin, Verlag Paul Parey. Steif brosch. 16,20 RM.

Nachdem sich die Erkenntnis überall Bahn gebrochen hat, daß die Pflanzenkrankheiten sowohl privat- als auch volkswirtschaftlich eine sehr große Rolle spielen, haben sich Wissenschaft und Technik in erhöhtem Maße dem Ausbau der Bekämpfungsmaßnahmen zugewandt. Diese Entwicklung ist die Veranlassung gewesen, das Handbuch um

einen Band zu erweitern, der den praktischen Pflanzenschutz, d. h. die Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten, auf breiterer wissenschaftlicher Grundlage behandelt und den Abschluß des Werkes bildet. Dieser 6. Band wird in 4 Lieferungen von ungefähr je 18 Bogen erscheinen. Die erste Lieferung liegt nunmehr vor. Sie enthält im 1. Abschnitt die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes von Oberregierungsrat Prof. Dr. Morstatt; im 2. Abschnitt werden die Aufgaben des Pflanzenschutzes behandelt, eingeteilt in die beiden großen Teile: Die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene) von Prof Dr. H. Braun und die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und -schädlinge, bearbeitet von Oberregierungsrat Dr. W. Trappmann. Die Namen der Autoren bürgen für die Gründlichkeit und Zuverlässigkeit der Bearbeitung. Überall zeigen ausführliche Literaturangaben demjenigen, der tiefer eindringen will, die Wege. Eine hocherfreuliche Erscheinung und gerade für die Jetztzeit besonders wertvoll. K. E.

**Schimitschek, Erwin,** Schlüssel zum Bestimmen der wichtigsten forstlich schädlichen Käfer. Mit 121 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. Wien, Verlag von Julius Springer, 1937. Preis 4,80 RM.

Der Gedanke zur Abfassung des vorliegenden Schlüssels ergab sich aus dem Bedürfnis nach einem kurzen Bestimmungsbuch, das im Umfang und in der Auswahl den im allgemeinen an den Hochschulen und auch forstlichen Fachschulen geübten Bestimmungen angepaßt und dabei billig zu beschaffen ist. Der Verf. hat sich zur Aufgabe gemacht, aus den vielen im Wald vorkommenden Käfern eine Auswahl der fortlich wichtigsten Arten zu treffen und diese so darzustellen, daß sie rasch bestimmt werden können. Der erfahrene Forstmann wird bei der Bestimmung einer fraglichen Art nicht den ganzen Bestimmungsweg einschlagen müssen, sondern in den meisten Fällen gleich die Bestimmungstabelle der einschlägigen Familie oder Gattung benutzen. Vielfach werden den Tabellen (besonders jenen, die sich auf die Rüssel- oder Borkenkäfer beziehen) zahlreiche mehr oder weniger schematische Zeichnungen beigefügt, was zur Erleichterung der Bestimmung wesentlich beiträgt. Bei jeder Art ist die Fraßpflanze und bei den meisten Arten, vor allem den Borkenkäfern, auch die Form des Fraßbildes angegeben.

Das Schimitscheksche Bestimmungsbuch ist allen, die mit Forstinsekten zu tun haben, bestens zu empfehlen. Auch sollte in Bestimmungsübungen in den forstlichen Hoch- und Fachschulen allgemein davon Gebrauch gemacht werden. — Die Ausstattung ist sehr gut, der Druck und die Zeichnungen klar und übersichtlich, der Preis angemessen. K. E.

**Schwerdtfeger, Fritz,** Anleitung zum Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke. Mit 27 teils farbigen Abbildungen auf 7 Tafeln zur Bestimmung der gefundenen Insekten. Berlin, Verlag Paul Parey, 1937. Preis 1,35 RM.

Nachdem wir heute die Großschädlinge des Kiefernwaldes so in der Hand haben, daß wir durch rechtzeitiges Eingreifen einen Kahlfraß verhindern können, so fällt dem Forstbeamten die große Aufgabe zu, die Vermehrungsbewegungen der Schädlinge genau zu überwachen, um den Zeitpunkt des Einsatzes der Bekämpfung nicht zu versäumen. Ihn trifft heute zum großen Teil die Verantwortung, wenn es zum Kahlfraß kommt. Mehr denn je tut deshalb heute ein planmäßiges Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke not. Die Schwerdtfegersche kleine Schrift gibt eine Anleitung für den Praktiker, wie das zu geschehen hat, und setzt den mit dem Suchen betrauten Beamten durch ausgezeichnete, teils kolorierte Abbildungen, die von kurzen Beschreibungen begleitet sind, zugleich in die Lage, festzustellen, was gefunden ist bezw. welchen Arten die Puppen angehören. Das gut ausgestattete Heftchen ist sehr zu empfehlen; es wird in der Hand des Forstschutzbeamten in Kiefernrevieren zweifellos gute Dienste leisten. K. E.

**Schlumberger, Otto,** Hilfsbuch für Hagelabschätzung. Teil II. Mit 20 Farbendrucktafeln nach Originalen von Aug. Dressel. (Pareys Taschenatlanten, herausgegeben von Prof. Dr. Otto Appel. Nr. 13.) Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis geb. 4,95 RM., kart. 4,50 RM.

Der II. Teil des Schlumbergerschen Hilfsbuches bringt wertvolle Ergänzungen zu dem im Jahr 1930 erschienenen Taschenatlas (s. diese Zeitschr. 1931, 18. Bd., S. 216).

Die Ausdehnung des Anbaues von Öl- und Faserpflanzen, Mais- und Futterpflanzen bringt eine verstärkte Notwendigkeit der Hagelversicherung auch für diese Zweige landwirtschaftlicher Erzeugung mit sich, da sich naturgemäß Schadensfälle bei diesen Pflanzen häufen werden. In der einschlägigen neuzeitlichen Literatur wurde gerade in dieser Hinsicht oft eine Lücke merklich empfunden, die in mustergültiger Weise durch vorliegendes Buch ausgefüllt wird, das in kurzen textlichen Erläuterungen und an Hand von Krankheiten und Hagelschäden an oben genannten 20 naturgetreuen Farbendrucktafeln die genaue Unterscheidung von Krankheiten und Hagelschäden an oben genannten Kulturpflanzen durch Gegenüberstellung derselben ermöglicht. Sowohl für den Versicherungsteilnehmer als auch für die Versicherungsgesellschaften ist die genaue Unterscheidung der Schadbilder außerordentlich bedeutungsvoll, da sie ja beide in gleichem Maße an einer sachgemäßen Hagelabschätzung interessiert sind. Alle Beispiele des Buches beziehen sich auf weit verbreitet aufgetretene praktische Fälle bei Hageltaxen aus den letzten Jahren, die erfahrungsgemäß die Arbeit der Schätzer erschwerten und auf seiten des Versicherten oft Widerspruch gegen die Entscheidungen des Taxators hervorriefen.

Sehr stark kommt die Entomologie zu Wort, wo Hagelschaden mit Insektenschäden verwechselt werden können. So z. B. an Getreide: Hessenfliege, Gartenhaarmücke, Getreidelaufkäfer; an Mais: Fritfliege, Erdraupen, Drahtwürmer, Maiszünsler; oder an Rüben: Aaskäfer, Schildkäfer, Rübenfliege usw. Die Unterscheidung ist textlich wie bildlich so klar dargestellt, daß sie für den Schätzer keine Schwierigkeiten bietet. Der neue Taschenatlas reiht sich den übrigen Pareyschen Taschenatlanten in jeder Beziehung würdig an und ist für jeden Hagelschadenschätzer unentbehrlich. K. E.

**Suomen Hyönteistieteellingen Aikakauskirja.** Annales Entomologici Fennici. Herausgegeben von Uunio Saalas, Yrjö Hukkinen, Esko Kangas, W. M. Linnaniesmi und Niilo Vapula. Jahrg. II, 1936.

Die im Jahre 1935 von der sehr rührigen Finnischen Entomologischen Gesellschaft gegründete Zeitschrift liegt nun im 2. Jahrgang vor. Der Inhalt ist wie bei dem 1. Jahrgang sehr reichhaltig, bringt unter anderen auch eine ganze Reihe von Arbeiten, die für den angewandten Entomologen Interesse besitzen. Es seien hier erwähnt die verschiedenen Arbeiten von U. Saalas (über *Incurvaria pectinata* Hw., über *Stephanitis* als Rhododendronschädling, über eine Tachine als Parasit von *Prionus*), von Y. Hukkinen (über Thysanopteren), von N. Vappula (über *Blastodacna putripennella*) usw. Auch in Versammlungsberichten finden sich viele wertvolle kleinere Mitteilungen. So wird die finnische Zeitschrift sich zweifellos immer mehr Freunde erwerben. K. E.

**Schoenichen, Walther,** Urdeutschland. Deutschlands Naturschutzgebiete in Wort und Bild. 21.—24. Lieferung. Neudamm, Verlag J. Neumann. Preis des ganzen Werkes (2 Bände) geb. 64,— RM.

Die vorliegenden 4 Lieferungen behandeln die Moorschutzgebiete, die Heiden, Binnendünen, Salzstellen, sonnige Hänge und Alpenpflanzenschutzgebiete und endlich die tierkundlichen Schutzgebiete (Schutz der Großsäugetiere und Seevogelfreistätten). Damit ist das Werk Schoenichens abgeschlossen. Wenn wir das ganze Werk nochmals flüchtig durchblättern und an Hand der zahlreichen prächtigen Bilder und bunten Beilagen noch-

mals im Geist eine kurze Wanderung durch unser Deutschland unternehmen, so muß jeden, der Sinn für die Natur hat, die Sehnsucht packen all die interessanten Gebiete und Schönheiten auch persönlich kennenzulernen. So hat Schoenichen auch das große Verdienst, durch sein „Urdeutschland" erzieherisch zu wirken in dem Sinne, den Deutschen zu zeigen, daß sie auch ohne Devisen in ihrer an Naturschönheiten so selten reichen Heimat Erholung finden und neue starke Kräfte sammeln können.

Wir können unsere Besprechung nicht schließen, ohne dem Verfasser und dem Verlag zu danken für die Schaffung dieses Monumentalwerkes und ohne die Hoffnung auszudrücken, daß dasselbe eine möglichst weite Verbreitung finden möge, auch über Deutschlands Grenzen hinaus. K. E.

**Der Apotheker in der Schädlingsbekämpfung.** Sonderheft der Süddeutschen Apothekerzeitung. 77. Jahrgang (27. Febr. 1937). Stuttgart.

Die Süddeutsche Apothekerzeitung hat die Nr. 17 des 77. Jahrgangs als Sonderheft herausgegeben, in dem alle für den Apotheker in Frage kommenden Gebiete der Schädlingsbekämpfung behandelt werden. Als Autoren der verschiedenen Aufsätze seien genannt: E. Lehmann (Tübingen), H. W. Frickhinger (Planegg), H. Kemper (Berlin-Dahlem), W. Speyer (Stade), R. Langebuch (Aschersleben), H. Arker (Stuttgart), und H. Kaiser (Stuttgart). Wir möchten unsere Leser auf das in mehrfacher Beziehung recht interessante Sonderheft besonders hinweisen. K. E.

**Schräpel, Johannes,** Kommt die volkstümliche Biologie? Mit einem Bilde Emil Adolf Roßmäßlers. Nordwestdeutsche Verlagsanstalt, Hannover M, Kramerstraße 25. Preis 1,50 RM. (zuzügl. 15 Rpf. Porto).

Die zeitgemäße Schrift stellt dem Schweden Linné den deutschen Naturforscher Roßmäßler gegenüber. Linné schwebte, ein König der Wissenschaft, hoch über dem Volke. Roßmäßler wurde einer der Väter der volkstümlichen Naturbeschreibung wie Brehm und Bölsche. Was wichtiger ist, er nahm unserer Zeit den Versuch einer biologischen Weltanschauung vorweg. Ganz auf biologischen Grundsteinen beruht der Nationalsozialismus. Naturschutz, zu dem jede rechte Naturerkenntnis führt, atmet einen neuen Geist. Auch dem ärmsten Volksgenossen muß sein Anteil an deutscher Naturschönheit gesichert werden. Nicht mehr Naturschutz an sich, sondern Naturschutz fürs Volk! Die Wege werden aufgezeigt, auf denen es möglich ist, die verschiedenen Zweige der Naturliebhaberei einzuspannen für den großen Plan, den biologischen Gedanken im Volke fest zu verankern. Der biologische Unterricht in den Schulen muß mehr lebensgestaltend werden, das billige deutsche Aquarium in Schule und Haus eine Wiedergeburt erleben. In Hannover ist eine neuartige Stätte biologischen Wirkens geplant. Wie die Verwirklichung der besonderen Pläne gedacht ist, geht ebenfalls aus der ungewöhnlich reichhaltigen Schrift hervor. In dem neuen Roßmäßler-Haus sollen nicht nur die Schulen eine wertvolle Stütze für den biologischen Unterricht finden, sondern alle Naturfreunde die Möglichkeit, ihr Wissen zu vertiefen. Die Kapitel, die sich hiermit beschäftigen, sind unter dem Sammeltitel „Schauen und Versuchen" zusammengefaßt. Die kleine Schrift geht die deutschen Erzieher und Lehrer aller Schulen an, alle Naturfreunde und insbesondere alle Pflanzen- und Tierliebhaber und hat für alle neuen volksbiologischen Gesichtspunkte grundlegenden Wert. Sie ruft alle Partei- und Schulstellen, Behörden, ständischen Gliederungen (Reichsnährstand und Landesbauernschaften) und Vereinigungen von Naturfreunden, Aquarianer, Terrarianer, Freunde der Insektenkunde und Vogelliebhaber auf, mitzuwirken an der neuen Aufgabe, die Biologie volkstümlicher zu gestalten.

# Neue Literatur.

Eingesandt von Januar bis Juli 1937.


**Abetz, K.**, Ziele und Aufgaben einer neuzeitlichen Forsteinrichtung. — Allgem. Forst- und Jgd.-Ztg. **112**. 1936.

**Agricultural News Letter**, Issued by E. J. du Pont de Nemours & Co., 4. Nr. 12 u. **5**, 1—7, 1937.

**Ahrens, W.**, Monographie des weiblichen Geschlechtsapparates der Termiten. (Nach Untersuchungen von *Termes Redemanni*.) — Jen. Zeit. f. Nat. **70**, 193 S., 223—302. 3 Tafeln.

**Ahrens, W.**, Zur Kenntnis der Homologie akzessorischer Geschlechtsdrüsen bei Insekten. — Zool. Anz. **108**, 1934.

**Ambros, W.**, Nonnenfalterkontrolle auf biologischer Grundlage. — Ctrbl. f. d. ges. Forstwesen **63**, 1937.

**Andersen, K. Th.**, Wie prägt sich der verschiedene Lebensraum der Freiland- und Vorratsschadinsekten in ihrem biologischen Verhalten aus. — Nachr. über Schädlingsbek. 1936. Nr. 4.

**Aufhammer, G.**, Wanzenschäden an Getreide. — Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **14**, 1936.

**Baus, Alois**, Die Reduktion der Flügel und Flügelsinneskuppeln bei Lepidopteren. Z. Morph. u. Ökol. **32**, 1936.

**Bericht über die 6. Wanderversammlung** Deutscher Entomologen in Hann.-Münden 1936. Arb. phys. u. angew. Entomologie aus Berlin-Dahlem **3**, Nr. 3, 1936.

**Bigger, J. H., Flint, W. P.**, and **M. D. Farrar**, Fighting Grasshoppers on Illinois Farms. Univers. Illinois, Coll. agr. Circ. 466, 1937.

**Blunck, H.**, Der Stand der Maikäferfrage. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **47**, 1937.

**Börner, C., u. Schilder, F. A.**, Die Verbreitung der Reblaus in Deutschland nach dem Stande des Jahres 1936. — Nachr. dtsch. Pflanzenschutzdienst 1937.

**Bornebusch, C. H.**, The Fauna of Forest Soil. — Det forslige Forsogvaesen i Danmark. 1930, 224. 28 Tafeln.

**Bovey, P.**, Sur la biologie du Carpocapse de prunes. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **16**, 1936.

**Brandt, H.**, Untersuchungen über die Änderung der photo- und geotaktischen Reaktionen der Nonnenraupe (*Lymantria monacha* L.) im Verlauf des Raupenlebens. — Zeitschr. vergl. Phys. **24**, 1937.

**Brandt, H.**, Abhängigkeit der Bewegungsgeschwindigkeit der Nonnenraupe (*Lymantria monacha* L.) von der Temperatur. — Ebenda 1936.

**Brandt, H.**, Zur Prognose der als Puppe überwinternden forstlichen Großschmetterlinge. — Forstarchiv 1936.

**Brandt, H.**, Puppengewicht, Puppengröße und Eizahl beim Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.) — Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1936.

**Brandt, H.**, Über Mehrfachbegattung beim Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.) — Anz. Schädlingskde **12**, 1936.

**Bundesanstalt Wien**. Zwölf Flugblätter über Schädlinge und deren Bekämpfung 1934 bis 1936.

**Butovitsch, V.**, Studier över tallskottvecklarven, *Evetria buoliana* Schiff. Del I. (Studien über den Kieferntriebwicker, *Evetria buoliana* Schiff.) — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häfte 29, Nr. 5, 1936.

**Chen**, Outbreaks of Locusts reccorded in Chinese Literatures. — Year Book of the Bur. Entom. Hangchow 1936.

**Chen, Fong-ge**, and **Wong**, A List of the known Fruit Insects of China. — Ebenda.

**China** — The nat. Agricultural Research Bureau of the Ministy of Iudustry. Nation. Govern. of the Republic of China. Miscellaneous Publications Nr. 5. Nanking, China 1936.

**China** — 1935 Year Book of the Bureau of Entomology. Hangchow 1936.

**China** — Bulletin of the Fan Memorial Institut of Biology. Vol. VI, Nr. 6, Peiping, China 1936.

**Chu, Joo-tso**, and **Chin,** Notes on the Life-History and control measures of the Mulberry Twig Borer, *Paradoxecia Pfeili* Lien (Lep.). — Year Book of the Bur. Entom. Hangchow 1936.

**Chu, Jon-Tso**, and **Hu**, Biologische Studies of *Trichogramma evanescens* Westw. (*Hym. Trichogrammatidae).* — Year Book of the Bur. Entom. Hangchow 1936.

**Cleveland, L. R.**, in collaboration with S. R. Hall, Elizabeth P. Sanders and Jane Collier, The Wood-Feeding Roach *Ceyptocercus*, its *Protozoa*, and the Symbiosis between *Protozoa* and Roach. — Mem. Amer. Ac. Arts and Sciences **17**, 1934 (342 Seiten in 4 u. 60 Tafeln).

**Dänemark**. Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. — 76. Meddelelse. April 1937: Gulerods-Krusesyge (*Trioza viridula*). — 122. Meddelelse. April 1937: Sprøjtning af Frugttraeer. — 146. Meddelelse. April 1937: Sprøjtning af Stikkelsbaerkuske samt Ribs-og Solbaerbuske.

**Dornisthoepe, H.**, Five new Spezies af Ants (*Formicidae*) from various Localitess. — An. and Mag. Nat. Hist. 1936.

**Eckstein, K.**, Zoologische Beobachtungen. Lophyrus-(Diprion-)Fraß an Kiefer u. Fichte. — Silva 25. Jahrg. 1937.

**Eckstein, K.**, Zoologische Beobachtungen. 1. Aus dem Leben des großen braunen Rüsselkäfers, *Hylobius abietis* L.

**Eggers, Fr.**, Zur Neuordnung des biologischen Unterrichts. — Der Biologe V, 1936.

**Eidmann, H**, Die Käfergefahr im Gefolge der Schneebruchverwüstungen. — D. Deutsche Forstwirt 1936.

**Eidmann, H.**, Biologie und wirtschaftliche Bedeutung der Blattschneiderameisen. — Forsch. u. Fortschr. **13**, 1937.

**Eidmann, H.**, Die Gäste und Gastverhältnisse der Blattschneiderameise *Atta sextens* L. (70 Seiten, 14 Abb.). — Zeit. f. Morph. u. Ökol. **32**, 1937.

**Eidmann, H**, Die Nonne als Großschädling in Ostpreußen u. ihre Bearbeitung. — Patria (Budapest), 1937.

**Erhard, W.**, Über Klimaschwankungen u. Heuschreckenzüge in den Ostalpen in geschichtlicher Zeit. — Soc. Fribourg. Sc. Nat. Proc-Verh. Sc. 25. Juni 1936.

**Faes, H.,** Les progrès de l'invasions doryphorique en Europe. — Bull. Vand. Sc. Nat. **59**, 1936.

**Faes, H.**, La préservations des plantes cultivées. — Ann. agric. Suisse 1936.

**Faes, H.**, Rapport annuel 1935. Stat. fed. d'essais viticoles à Lausanne et Domaine de Pully. — Ann. agric. Suisse 1936.

**Farrar, M. D.**, The effect of Petroleum-oil Sprays on Insects and Plants. — State Illinois, Dep. Reg. and Educ. Nat. Hist. Surv. Vol. 21, Bull. Art. 1. Urbana 1936.

**Finnland**. — Suomen Hyönteistietcellina Aikakauskirja. — Annales Entomologici Fennici. Von Uunio Saalas, Yrjö Hukkinen, Esko Kangas, W. M. Linnaniemi, Niilo Vappura. 2. Jahrgang 1936, Nr. 1—4.

**Fischer, Heinz**, Die Lebensgemeinschaft des Donauriedes bei Mertingen (Schwaben). Pflanzengemeinschaften, Fliegen, Heuschrecken, Libellen u. Vögel. — Naturw. Verein f. Schwaben. Augsburg 1936.

**Fluiter, H. J. de**, Onderzoekingen en waarnemingen inzake de witte luis in het jaar 1935. — De Bergcultures 1936.

**Fluiter, H. J. de**, *Orphinus* spec., een Dermestide, schadelijk voor Tabakszaad. — Medd. Besoek. Proefstat. **56**, 1937.

**Fluiter, H. J. de**, Over den invloed van het voedsel op insecten. — Versl. 16e Vergader. Vereenig. Proefstation-Personeel Djemb. Octob. 1936.

**Fluiter H. J. de**, Over het verschijnsél der pseudogalvorming bij koffiewortels. — De Bergcultures **10**, 1936.

**Frenzel, G.**, Die Reyersdorfer Tropfsteinhöhle, ein schlesisches Naturdenkmal. — Schlesische Heimat 1937, Heft 1.

**Frickhinger, H. W.**, In Ausbreitung begriffene Schädlinge: Schädlingsplagen im Hause — Südd. Apotheker-Zeitung 1937, Nr. 21.

**Frickhinger, H. W.**, Ein neues Vogelschutzgebiet. — Die Propyläen. München, 19. Febr. 1937.

**Frickhinger, H. W.**, Insekten als Grünlandschädlinge. — Die kranke Pflanze **14**, 1937.

**Frickhinger, H. W.**, Blausäure-Durchgasung in Deutschland. — Frankf. Zeitg., 5. Juni 1937.

**Frickhinger, H. W.**, Wird durch gesteigerten Vogelschutz die Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln überflüssig? — Ratschl. f. Haus, Garten, Feld 1936.

**Friederichs, K**, Ökologie aus Wissenschaft von der Natur oder Biologische Raumforschung. — Bios, Abhandlungen zur theoret. Biologie u. ihrer Geschichte, sowie zur organischen Naturwissenschaft Bd. VII. Leipzig, Verlag von Joh. Ambr. Barth, 1937. Preis brosch. 8,— RM.

**Frisch K. v.**, Psychologie der Bienen. — Zeit. f. Tierpsychologie **1**, 1937.

**Fuller, Mary E.**, Noles on the Biology of *Scaptia auriflua* Don. (*Diptera*, *Tabanidae*). Proc. Lin. Soc. New South Wales 1936.

**Geisthardt, G.**, Über die ökologische Valenz zweier Wanzenarten mit verschiedenem Verbreitungsgebiet. — Z f. Parasitenkunde **9**, 1937.

**Gerlach, W.**, Theorie und Experiment in der exakten Wissenschaft. — Die Naturwissenschaften **24**, 1936.

**Goetsch, W.**, Zusammenarbeit im Ameisenstaat. — Bremer Beitr. z. Naturw. 1936.

**Goetsch, W.**, Zusammenarbeit im Ameisen- und Termitenstaat. — Schlesische Ges. f. vaterländ. Kultur. 108. Bericht für 1935.

**Goetsch, W.**, Untersuchungen über den Termitenstaat. — Die Naturwiss. 1936.

**Goetsch, W.**, Formicidae Mediterraneae. Beiträge zur Biologie und Verbreitung der Ameisen am Golfe von Neapel. — Publ. Stazione Zool. Napoli XV., 1936.

**Görnitz, K.**, Cantharidin als Gift- und Anlockungsmittel für Insekten. — Arb. phys. u. angew. Entomol. Berlin-Dahlem **4**, 1937.

**Golovianko, S.**, Maßnahmen zur Bekämpfung der Engerlinge. — Russisch 1935.

**Hasegawa, K.**, und **Ikuno, M.**, Lebensweise, forstwirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung einiger forstschädlichen Insekten. — Tokio 1936.

**Henze, Otto**, Neue Wege des Vogelschutzes im Obst- und Gartenbau. — Staatl. Vogelschutzwarte Stuttgart-Hohenheim 1936.

**Herfs, A.**, Insektenschäden an Kunstseide. — Melliand Textilberichte 1936, Nr. 9 u. 10.

**Herold, W.**, Isopodenuntersuchungen an zwei Erlenbrüchen Usedoms. *Trichoniscus pygmaeus* Sarz., eine für Pommern neue Isopodenart. — Dohrniana **16**, 1937.

**Hespeler, O.**, Die technische Hausbockbekämpfung in Gebäuden. — Berlin (Verlagsanstalt des deutschen Hausbesitzers) u. Dissertation 1936.

**Hesse, R.**, Tierverbreitung und Sprachenverbreitung. — Sitzungsber. Preuß. Akad. der Wissensch. 1936.

**Himmer**, Zu Professor Zanders Scheiden aus dem Amt. — Dtscher. Imkerführer **10**, 1937.

**Hofmann, Chr.**, Die Unterscheidung der stammrindenbewohnenden Weißtannenläuse *Dreyfusia nüsslini* C. B. und *Dreyfusia piceae* Ratz. auf Grund der Wachsausscheidungen. — Forstw. Ctrbl. 1937.

**Haldaway, F. G.** and **Hill, G. F.**, The Control of Mound Colonies of *Eutermes exitiosus* Hill. — J. Counc. Sc. and Industr. Res. **9**, 1936.

**Hukkinen, Y., Listo, J.**, und **Vappula, N. A.**, Bericht über das Auftreten der Pflanzenschädlinge in Finnland. — Landw. Vers. No. 82, 1936.

**Hukkinen, Yriö**, Jaakko Listo †. — Suom. Hyönteist. Aikak. 1935.

**Hukkinen, Yriö**, Für die Fauna Finnlands neue Thysanopteren. — Ebenda.

**Hukkinen, Yriö**, Verzeichnis der Thysanopteren Finnlands. — Ebenda 1936.

**Hukkinen, Yriö**, Über die Weißährigkeit der Gramineen. I. Streit über die Thysanopteren als Weißährigkeitserreger. — Journ. Sc. Agric. Soc. Finnland **6**, 1934.

**Hukkinen, Yriö**, Untersuchungen über die Samenschädlinge des Wiesenfuchsschwanzes (*Alopecurus pratensis* L.). — Staatl. Landw. Versuchstätigkeit Nr. 81.

**Hukkinen, Yriö**, und **Syriänen Valma**, Beitrag zur Kenntnis der Thysanopteren Finnlands. — Suom. Hyonteist. Aikak. 1937.

**Hulverscheidt**, Giftschutz gegen verschiedene Rüsselkäfer. — Dtsche. Forstbeamtenztg. (10. Mai) 1936.

**Hundertmark, A.**, Helligkeits- und Farbenunterscheidungsvermögen der Eiraupen der Nonne (*Lymantria monacha* L.). — Z. vgl. Phys. **24**, 1936.

**Hundertmark, A.**, Die Orientierung der Eiraupen der Nonne. — Arb. phys. u. angew. Ent. Berlin-Dahlem **3**, 1936.

**Insekta Matsumurana.** — Ed. by Prof. S. Matsumura, Sapporo Japan. Vol. XI, No. 1, 2 u. 3, 1936.

**Japan.** The Bulletin of Acriculture and Silk-Industrie. Vol. IX, Nr. 1, Sept. 1936. Uyeda Japan.

**Kanervo, V.**, The Diamond bak moth (*Plutella maculipennis* Curt.) as a pest of cruciferrus plants in Finland. — Agr. Exper. Activities No. 86, 1936.

**Kaston, B. J.**, and **Riggs, D. S.**, Studies on the Larvae of the Native Elm Bark Beetle.

**Klein-Krautheim, F.**, Über das Chorion der Eier einiger Syrphiden. — Biol. Ztrbl. **56**, 1936.

**Klein-Krautheim, F.**, Beitrag zur Kenntnis der Eristalinen-Larven und Puppen (Syrphidae, Dipt.). — Stett. Ent. Ztg. **97**, 1936.

**Knechtel, W.**, Studiu asupra repartitici Thysanopterelor din Romania. — (86 S.) Bucuresti 1937.

**Knowlton, G. F.**, The potato psyllid. — Utah Agr. Exp. Stat. Leaflet Nr. 36, 1934.

**Kobayashi Kanichi**, Studies on the Chemotropism of *Dysdercus megalopygus* Bredd. — Jap. Soc. for appl. Zool. **8**, Nr. 4, 1936.

**Koch, A.**, Bau u. Entwicklungsgeschichte der Mycetome von *Lyctus linearis* Goeze. — Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1936.

**Kalubajiv, S.**, Bemerkungen zur Biologie der Nonne u. ihrer Hauptparasiten. — (Tschechisch mit deutscher Zusammenfassung.) Lesn. präce **16**, 1937.

**Koidsumi, Kiyoaki**, Heat Sterilization of Formosan Fruits for Fruits-flies. — Journ. Soc. Trap. Agr. **8**. Taihoky Temp. Univ. 1936.

**Koidsumi, Kiyoaki**, Experimental Studies on the Influence of low-Temperatures upon Develepment of Fruits-Flies. — Ebenda Bd. **8**, Nr. 3.

**Koidsumi, Kiyoaki** and **Shibeta, Kikno**, On the Velocity of Heating and Cooling of Some Fruits. — Ebenda 8, Nr. 1, 1836.

**Koidsumi Kiyoaki** and **Shibata Kikno**, Notes on the Antecology of Some Fenits-Flies. — Ebenda **8**, Nr. 4, 1935.

**Kramer, A. S.**, Über die sog. Tracheenlungen von *Gryllus domesticus* u. *Nepa cinerea*. — Zool. Anz. **117**, 1937.

**Krieg, H.**, Luxusbildungen bei Tieren. — Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. **69**, 1937.

**Krieg, H.**, Ähnlichkeit als biologisches Problem. — Natur u. Volk **67**, 1937.
**Kunike, G.**, Woll- u. Pe zschädlinge. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 146/147, 1937.
**Kunike, G.**, Vorratsschutz im Haushalt. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 148/149, 1937.
**Kunike, G.**, Insekten als Holzschädlinge. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 143/143, 1937.
**Kunike, G.**, Die Mehlmotte u. andere Mühlenschädlinge. — Flugbl. Nr. 16 (7. Auflage) der Biol. Reichsanst. 1937.
**Kunike, G.**, Vorratsschädlinge und ihre Bekämpfung. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 62/63 (3. Aufl.), 1937.
**Kuntze, R.**, Eine kritische Übersicht der durch den Pflanzenschutzdienst in Polen in den Jahren 1919—1933 verzeichneten schädlichen Coleopterenarten. — Rocz. Ochr. Rosl. **3**, 1936.
**Lentz, O.**, u. **Gassner, L.**, Schädlingsbekämpfung mit hochgiftigen Stoffen. — Heft 1: Blausäuere. Heft 2: Aethylenoxyd (T-Gas u. Cartox). Berlin (Richard Schoetz) 1936.
**Lin, Kwo-si**, and **Hwang**, Life History and control of *Chondracris rosea* Deg. in Hangchow. — Year Book of the Bur. Entom. Hangchow 1936.
**Linke, Antoni**, Szkodliwe wystepowanie przyplaszczka granatka w lasach Wielkopolski *(Phaenops cyanea* F.) Schädliches Auftreten von *Phaenops cyanea* F. in den Wäldern von Großpolen. — Rocz. Nank Rol. i Leśn. **41**. 1937.
**Linke, Antoni**, Doświadczenia nad zwalczaniem mszycy ogórkowey *(Doralis frangulae* Koch). Erfahrungen zur Bekämpfung der Gurkenlaus (*Doralis frangulae* Koch) — Ebenda.
**Lüstner, G.**, Die wichtigsten tierischen Schädlinge der Rosen und ihre Bekämpfung. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 113/116 (2. Aufl.) 1937.
**Mackerras, J. M.**, The Sheep Blowfly Problem in Australia. — Commonwelth of Australia Pamphlet No. 66. Melbourne 1936.
**Mackerras, J. M., Fuller, Mary E., Austin, K. M.**, and **Lefroy, E. H. B.**, Sheep Blowfly Investigations. The effect of trapping on the incidence of strike in scheep. — J. Counc. Sc. and Industr. Res. **9**, 1936.
**Maki, Takadi**, Studies of the Skeletal Structure Musculature and Nervus System of the Alder Fly *Chauliodes Formosanus* Petersen. — Mém. Fac. Sc. and Agr. Taihoku Imperial University Vol. XVI, No. 3, Sept. 1936.
**Marcus, B. A.**, Ergebnisse einer Kiefernspannerbekämpfung mit dem neuen Berührungsgift „Detal" (E. Merck). — Anz. Schädl. 1937.
**Matsumura**, siehe: Insekta Matsumurana.
**Maykovsky, K.**, Bekämpfung der Obstmade. — Ratschläge f. Haus—Garten—Feld **12**, 1937.
**Möschler, A.**, Beobachtungen über die Lebensweise u. die Schädlichkeit der Elchrachenbremse, *Cephenomyia Ulrichi* Brauer, auf der Kurischen Nehrung. — Z. f. Paraskde. **7**, 1935.
**Mordwilko, A.**, Artbildung und Evolution. — Biologia generalis **12**, 1937.
**Müller, Karl**, XVI. Jahresbericht des Badischen Weinbauinstituts in Freiburg i. Br. für das Jahr 1936. — Freiburg i. B. 1937.
**Münch, E.**, Pflanzliche Schädlinge im Wald. — Das Bayerland **48**, 1937.
**Nägeli, W.**, Die kleine Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus pini* Ratz-*Nematus abietinus* Christ.) — Mitt. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen **29**, 1936 (173 S. 54 Figuren im Text).
**Neuheiten auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes.** Herausgegeben von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz Wien. Redigiert von B. Fulmek. 29. Jahrg., Folge 3—6; 30. Jahrg. Folge 1, 2. Wien 1936 u. 1937.
**Nolte, H. W.**, Beitrag zur Krenntnis der symbiontischen Einrichtungen der Gattung *Apion* Hbst. — Z. Morph. u. Ökol. **33**, 1937.
**Nunberg, M.**, O wplywie różnych czynników na wystepowanie i populacje strzygoni choinówki (*Panolis flammea* Schiff.). (Über die Wirkung verschiedener Faktoren auf das Vorkommen und die Population der Forleule *Panolis flammea* Schiff.). — Instit. de Rech. Forêts Doman. Warszawa Travaux et compt. rend. Ser. A, Nr. 22, 1937.

**Pagast, F.**, Über Bau und Funktion der Analpapillen bei *Aëdes aegypti* L. *(fasciatus* Fabr.). — Zool. Jahrb., Abt. allg. Zool. u. Phys. **56**, 1936.

**Pawłowicz, J.**, Beobachtungen über einige in *Porthetria dispar* L., *Malacosoma neustria* L. und *Stilpnotia salicis* L. (Lep.) schmarotzende Hymenopteren und Dipteren. — Zool. Polon. 1. Lwów 1936.

**Peus, F.**, Familie *Culicidae*. — Verhandl. Ver. naturw. Heimatforschung zu Hamburg **24**, 1935.

**Peus, F.**, *Theohaldia* (Subg. *Culicella*) *ochroptera* sp. n., eine bisher unbekannte Stechmücke. — Märkische Tierwelt, Bd. 1, 1935.

**Peus, F.**, Zur Kenntnis der Dixiden-Fauna Nordeuropas (Dipt. Nematoc.). — Norsk. Ent. Tidskr. **6**, 1936.

**Peus, F.**, Der Hausbock und seine Bekämpfung. — Zeit. f. Hygien. Zool. u. Schädlingsbekämpfung **21**, 1937.

**Polen**, Rocznik Ochrony Roślini. Tom. I bis IV. — Zeszyt 1 u. 2. Warszawa 1936.

**Prell, H.**, Die Schädigung der Tierwelt durch Industrieabgase. — Thar. Forstl. Jahrb. 1936. 49 Seiten.

**Prölß, H.**, Versuche mit Hylarsol zur Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers. — Z. Forst- u. Jagdw. 1937.

**Ripper, W.**, Schaden und Bekämpfung der Blattrandkäfer. — Neuheit. geb. Pflanzenschutz 1937.

**Ris, Fr.**, Die *Pseudagrion*-Arten des kontinentalen Afrika (*Insecta. Odonata*). Mit Bemerkungen von E. Schmidt, Bonn. — Abhdl. Senkenbergischen Nat. Ges. Abhdlg. 433. Frankfurt a. M. 1936. 68 Seiten u. 38 Abbildungen im Text.

**Roark, R. C.**, Review of United States Patents relating to pest control. — U. S. Dep. Agr. Div. of Insecticide, Investigtions Vol. **9**, Nr. 9, 10, 11, 12, Vol. **10**, Nr. 1, 2, 3, 1936 u. 1937.

**Rowe, J. A.**, and **Knowlton, G. F.**, Pangoniinae of Utah (*Tabanidae: Diptera).* — Ohio Journ. of Science **36**, Nr. 5, 1936.

**Ruszkowski, J. W., i Gawinowa J.**, Wyniki pięcioletnich doświadczen nad zwalczaniem śmietki kapuścianej (*Hylemia brassicae* Bché.). Control of *Hylemia brassicae* Bché. Results of five years experiments in mory near Warsaw, Poland. — Ros. Ochr. Rośl. **3**, 1936.

**Schedl, K. E.**, *Scolytidae* and *Platypodidae*: Fauna Philippinensis IV. — The Philippin. Journ. Science **60**, 1936.

**Schedl, K. E.**, *Platypodidae* des Museo civico di Storia Naturale di Genova. — Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova **49**, 1936.

**Schedl, K. E.**, New *Scolytidae* and *Platypodidae (Coleoptera).* — Proc. R. Ent. Soc. London. Ser. B. **6**, 1937.

**Schedl, K. E.**, *Platypodidae* des Berliner zoologischen Museums. — Ent. Blätter **33**, 1937.

**Schedl, K. E.**, *Scolytidae* und *Platypodidae* (*Coleoptera).* 44. Beitrag. — Archiv. morph. u. taxon. Ent. Berlin-Dahlem **4**, 1937.

**Schedl, K. E**, Notes on Malayan *Scolytidae* and *Platypodidae* and Description of some new Species. — J. Feder. Malay Stat. Mus. **18**, 1936.

**Schedl, K. E.**, Some new *Scolytidae* and *Platypodidae* from the Malay Peninsula. — Ebenda.

**Schedl, K. E.**, Erfahrungen aus den Borkenkäfer-Vorbeugungsmaßnahmen im Regierungsbezirk Wiesbaden 1936. — D. deutsche Forstw. 1937.

**Schedl, K. E.**, Die Bekämpfung der Fichtenborkenkäfer und Erfahrungen aus der Sturmkatastrophe im Regierungsbezirk Wiesbaden. — Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1936.

**Schedl, K. E.**, Zur Bekämpfung des Kiefernprozessionsspinners. Anz. f. Schädlingskunde 13, 1937.

**Schimitschek, E.**, Forstentomologische und forstschutzliche Untersuchungen aus dem Gebiet von Lunz, IV. (Der Südhang.) — Ctrbl. f. d. ges. Forstw. **62**, 1936.

**Schimitschek, E.**, Forstschädlingsauftreten in Österreich 1936. — Ebenda **63**, 1937.

**Schimitschek, E.**, Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten forstschädlichen Käfer. 67 Seiten, 2 Tafeln und 112 Abbildungen im Text. — Wien, Verlag von Jul. Springer. Preis kart. Rm. 4,80.

**Schlottke, E.**, Untersuchungen über die Verdauungsfermente von Insekten I. — Z. vergl. Phys. 1937.

**Schlumberger, Otto,** Hilfsbuch für Hagelabschätzung. Teil II. Mit 20 Farbendrucktafeln. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis geb. 4,95 RM.

**Schneider-Orelli, O.**, Über die Alpenseglerparasiten *Crataerina melbae* Rond. und *Crat. pallida* Latr. — Schweiz. Ent. Ges. **17**, 1927.

**Schnicker, J. L.**, Kemikaliekontrollen i 1936. — Tidsskr. Planteavl. **42**, 1937.

**Schräpel, Johannes,** Kommt die volkstümliche Biologie? — Nordwestdeutsche Verlagsanstalt Hannover. Preis 1,50 RM.

**Schwarz, L.**, Tödliche Dinitroorthokresol-Vergiftung. Sammlung von Vergiftungsfällen Bd. 7, 1936.

**Schwerdtfeger, Fr.**, Anleitung zum Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke. Mit 27 teils farbigen Abbildungen auf 7 Tafeln. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1937. Preis (steif brosch.) 1.35 RM.

**Schwerdtfeger, F.**, Beiträge zur Kenntnis des Kiefernspinners, *Dendrolinus pini* und seiner Bekämpfung. — Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwissenschaft 1936.

**Schwerdtfeger, F.**, Zur Kenntnis der roten Kiefernbuschhornblattwespe, *Diprion sertifer* Geoffr. (*Lophyrus rufus* Pz.). — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenz. 1936.

**Schwerdtfeger, F.**, Mohn, Senf, Buchweizen als Engerlingsbekämpfungsmittel. — Forstarchiv 1936.

**Schwerdtfeger, F.**, Untersuchungen über die Eignung von Kalidüngemittel zur Bekämpfung des Engerlings (*Melolontha melolontha* L. u. *Melolontha hippocastani* F.) — Z. f. Forst- u. Jgdw. 1936.

**Schwerdtfeger, F.**, Die wichtigsten forstpathologischen Arbeiten des Jahres 1935. Forstarchiv 1936.

**Seidenzucht** siehe Japan.

**Seifert, A.**, Die Versteppung Deutschlands. — Beitr. naturkundl. Forschung Südwestdeutschlands **1**, 1936.

**Sitowski, J.**, O Budowie Gniazda Micierki. (Megachile maritima Kirb.) — Rocz. Ochr. Rosl. **3**, 1936.

**Sitowski, L.**, Pzyczynek do Biologii oleicy Pstrej (*Meloë variegatus* Dor.). — Przyroda i Technika, **16**, Nr. 3, 1937.

**Speyer, W.**, Die Entwicklung von *Psylla mali* Schm. — Arb. phys. u. angew. Ent. Berlin-Dahlem, **3**, 1936.

**Speyer, W.**, Über die Entwicklung und Organisation der landwirtschaftlichen Entomologie in Deutschland. — Ebenda.

**Speyer, W.**, Wurmstichige Äpfel und Birnen. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 40 (13. Aufl.), 1937.

**Stadler, Hans**, Praktischer Naturschutz. — Beitr. naturkundl. Forschung Südwestdeutschlands. Bd. I, Heft 2, 1936.

**Stapel, Chr.**, Forsøg med Foraarskarbolineer. — 304. Beretning fra Stat. Fors. i Plantkultur. Kobenhavn 1937 Tidsskr. Planteavl. **42**, 1937.

**Steiner, P.**, Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie und Morphologie des Genitalapparates von *Boreus hiemalis* L. — Z. Morph. u. Oek. **32**, 1933.

**Stubenrauch, Ln. v.**, Biologie von *Erebia Christi*. — Mitt. Münch. Ent. Ges. 1935.

**Stubenrauch, Ln. v.**, Biologie der *Erebia flavofasciata*. — Ebenda 1937.

**Takahashi, R.**, Some *Aphididae* from South China and Hainan (Homoptera) I. Lingnan Sc. Journ. **15**, 1936.

**Takahashi, R.**, Three species of *Aleurodidae* from China (*Homoptera*). — Ebenda.

**Takahashi, R.**, A new genus and species of Aphididae from China (*Homoptera*). — Ebenda.

**Takahashi, R.**, Aphids from Kikungshan, Honaw, China, including two new species (*Homoptera*). — Ebenda.

**Takahashi, R.**, Three new species of *Dialeurodes* from China (*Homoptera*: *Aleurodidae*). — Ebenda **16**, 1937.

**Takahashi, R.**, Some *Coccidae* from Formosa and Japan (Homoptera) I. Mushi **9**, 1936.

**Takahashi, R.**, Some *Aleurodidae*, *Aphididae*, *Coccidae (Homoptera)* and *Thysanoptera* from Micronesia. „Tenthredo". Acta Entom. **1**, 1936.

**Takahashi, R.**, Notes on Aphids found near the summit of Mt. Niitaka, Formosa (*Homoptera*). — Kontyû **11**, 1938.

**Takahashi, R.**, *Phylloxeridae* of Formosa (*Hemiptera*). Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa **27**, 1937.

**Thiem, H.**, Der Bienenwolf und seine Bekämpfung. — Biol. Reichsanst. Flugblatt Nr. 145, 1937.

**Thomsen, M.**, Fluerne og deres Bekaempelse. — Aarhus 1936.

**Thomsen, M.**, und **Hammer, O.**, The breeding media of some common flies. — Bull. Ent. Res. **27**, 1936.

**Titschak, E.**, Der Schutz von Museumsgegenständen gegen Mottenfraß. — Museumskunde, N. F. **9**.

**Trägårdh, Ivar**, Den Biologiska Metoden och dess Användning in om Skogsentomologien (Biological methods and their use in Forest Entomology) Svenska Skogsvårdsför. — Tidskr. 1936.

**Tsai Pang-hwa**, Recent Trend in the Study and Control of Rice Borer in China. — National Agric. Res. Bureau Ministr. of Industry. Nanking, China 1936.

**Ullrich, H.**, Über das Vorkommen der Rachenbremse beim Damwild (*Cephenomyia multispinosa* sp. nov.). — Zool. Anz. **111**, 1935.

**Ullrich, H.**, Untersuchungen über die Biologie der Rachenbremse (Genus *Cephenomyia* Latr.). — Dissertation 1936. Neudamm, Verlag von J. Neumann.

**Ullrich, H.**, Über die Dasselfliege des Elches, *Hydoperma alcis* n. sp. — Dtsche. Tierärtzl. Wochenschrift **44**, 1936.

**Ullrich, H.**, Die Parasitenfauna unseres Elches. — Deutsche Jagd **40**, 1937.

**Ullrich, W.**, Bemerkungen über die Fächerflügler oder Strepipteren als vermeintliche Schmarotzer unserer Honigbiene. — Deutscher Imkerführer **10**, 1937.

**Väisälä, V.**, **Kontkanen, P.**, und **Hukkinen, Y.**, New Type of Multiple Thermohygrostate for Use in Experimental Entomology. — Suom. Hyönteist. Aikak 1935.

**Vappula, N. A.**, Finnish Entomological Literature published 1935 including Economic Entomology and Contral of Insekt Pest. — Suom. Hyönteist. Aikak 1936.

**Vappula, N. A.**, *Blastodacna putripennella* Zell. (*Lep. Momphidae*) ein für Finnland neuer Apfelbaumschädling. — Ebenda.

**Vietinghoff, A. Frhr. v.**, Forstlicher Naturschutz und Naturschutz im nationalen Lebensraum Deutschlands. — Zeit. f. Weltforstwirtschaft **3**, 1936.

**Voûte, A. D.**, Die biologische Bekämpfuug der Insekten in Niederländisch-Indien. — Nat. Tijdschr. Ned. Ind. **47**, 1937.

**Wahl, Bruno**, Der Coloradokäfer oder Kartoffelkäfer (*Doryphora decemlineata* Say.). — Beilage zu Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Wien 1937.

**Weber, Anna**, Sygdomme og Skadedyr paa Chrysantemum. — Beretn. Dansk Chrysanthemum-Selskabs Virksomhed i 1936.

**Werneck, H. B.**, Der Kleeteufel (*Orobranche minor* S.) in Oberösterreich und seine natürlichen Feinde. — Neuheit. aus dem Geb. des Pflanzenschutzes **29**, 1936.

**Wheeler, W. M.**, Entomology at Havard University. — Bull. Mus. Comp. Zool. 1936.

**Wheeler, W. M.**, Binary anterior ocelli in Ants. — Biol. Bull. 1936.

**Wheeler, W. M.**, Ecological relations of *Ponerinae* and other ants to termites. — Proc. Am. Ac. Arts and Sc. **71**, 1936.

**Wheeler, W. M.**, Ants from Hispaniola and Mona Island. — Bull. Mus. Comp. Zool. 1936.
**Wheeler, W. M.**, The australian Ants Genus *Mayciella* For. — Psyche 1935.
**Wheeler, W. M.**, The australian Ant Genus *Froggattella*. — Am. Mus. Novitates 1936.
**Wheeler, W. M.**, A singular *Crematogaster* from Guatemala. — Psyche 1936.
**Wheeler, W. M.**, Notes on some aberrant indonesian Ants of the subfamily *Formicinae*. — Tijdschr. Entom. 1936.
**Wu, Schih-cheng,** Further nothes on the Mosquitoes of Hangchow, Chekiang, with description of one new species. — Year Book of the Bur. Entom. Hangchow 1936.
**Yuasa Hirokaru,** On the structure of some japanese Buprestid-Larvae, with notes on their Life-Hystory. — Journ. Imp. Agr. Exp. Stat. Vol. II Tokyo 1933.
**Zander, E.**, Mein Lebenswerk. — Dtscher. Imkerführer **10**, 1937.
**Zander, E.**, Der mittelbare Nutzen der Biene. — Ebenda.
**Zumpt, F.**, Die Tsetsefliegen, ihre Erkennungsmerkmale, Lebensweise und Bekämpfung. Ein Leitfaden für die Praxis. 144 Seiten, 121 Abbildungen im Text und 15 Tafeln. Jena, Gustav Fischer, 1936. Preis geb. RM. 10,50.
**Zweigelt, Fr.**, Die Direktträgerfrage im Lichte des Massenweinbaues. — Das Weinland 1936.
**Zweigelt, Fr.**, Grundsätzliches zur Frage der Verfallserscheinungen des Rebstocks. — Ebenda.
**Zweigelt, Fr**, Verfallserscheinungen am Rebstock. — Z. f. Pflanzenkrankheiten **47**, 1937.